RETURN TO

LIBRARY OF MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

WOODS HOLE, MASS.

LOANED BY AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTZWANZIGSTER BAND.

WIEN, 1911.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXX. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1911. — HEFT I BIS X.

(MIT 1 KARTE, 2 KARTENSKIZZEN, 1 DOPPELTAFEL, 36 TAFELN UND 109 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1911.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

A1775

INHALT.

Seite

Becke F., Das spezifische Gewicht der Tiefengesteine. (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 75 h — 75 pf] 265

Berwerth F. und **Tammann G.**, Über die natürliche und künstliche Brandzone der Meteoreisen und das Verhalten der »Neumann'schen Linien« im erhitzten Kamacit. (Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.) [Preis: 80 h — 80 pf] 31

Doelter C., Über die elektrische Leitfähigkeit und das Verhalten des Diamanten bei hohen Temperaturen. (Mit 6 Textfiguren.) [Preis: 1 K — 1 M] 49

— Die Einwirkung der Kathodenstrahlen auf einige Mineralien und die Natur der Mineralfärbungen. [Preis: 60 h — 60 pf] 73

— Über Gleichgewichte in Silikatschmelzen und über die Bestimmung des Schmelzpunktes des Calciummetasilikates. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 95 h — 95 pf] 839

— und **Sirk H.**, Die Bestimmung des Absolutwertes der Viskosität bei Silikatschmelzen. [Preis: 40 h — 40 pf] 659

Figdor W., Übergangsbildungen von Pollen- zu Fruchtblättern bei *Humulus japonicus* Sieb. et Zucc. und deren Ursachen. (Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.) [Preis: 85 h — 85 pf] 689

Fröhlich A., Der Formenkreis der Arten *Hypericum perforatum* L., *H. maculatum* Cr. und *H. acutum* Mnch. nebst deren Zwischenformen innerhalb des Gebietes von Europa. (Mit 1 Tafel und 13 Textfiguren.) [Preis: 3 K 10 h — 3 M 10 pf] 505

Fuchsig H., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Lilioideen. (Mit 3 Tafeln und 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 10 h — 2 M 10 pf] . 957

Grafe V., Studien über das Anthokyan. (III. Mitteilung.) (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 765

— und **Richter O.**, Über den Einfluß der Narkotika auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen. I. Das chemische Verhalten pflanzlicher Objekte in einer Acetylenatmosphäre. [Preis: 1 K 50 h 1 M 50 pf] 1187

Heritsch F., Geologische Untersuchungen in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen. III. Die Tektonik der Grauwackenzone des Paltentales. (Mit 3 Tafeln und 1 Karte.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 95

Seite

Hoernes R., Das Bosporusproblem. (Mit 2 Textfiguren.) Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 1087

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie (XIII. Mitteilung, Nr. 642 bis 718). [Preis: 2 K 75 — 2 M 75] 379

Iltis H., Über das Vorkommen und die Entstehung des Kautschuks bei den Kautschukmisteln. (Mit einer einfachen und zwei Doppeltafeln.) [Preis: 2 K 80 h — 2 M 80 pf] 217

Jacobi H., Wirkung verschiedener Lichtintensität und Belichtungsdauer auf das Längenwachstum etiolierter Keimlinge. (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 60 h — 60 pf] 1001

Kluyver A. J., Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 1137

Kober L., Der Aufbau der östlichen Nordalpen (vorläufige Mitteilung). (Mit 1 Kartenskizze.) [Preis: 50 h — 50 pf] 1115

Kubart B., Corda's Sphaerosidertte aus dem Steinkohlenbecken Radnitz-Braz in Böhmen nebst Bemerkungen über *Chorionopteris gleichenioides* Corda. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K — 1 M] 1035

Liebus A., Die Foraminiferenfauna der mitteleocänen Mergel von Norddalmatien. (Mit 1 Kartenskizze, 3 Tafeln und 5 Textfiguren.) [Preis: 4 K — 4 M] 865

Linsbauer K., Zur physiologischen Anatomie der Epidermis und des Durchlüftungsapparates der Bromeliaceen. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 1 K 35 — 1 M 35 pf] 319

Molisch H., Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 3

— Über Heliotropismus im Radiumlichte. (Mit 5 Textfiguren.) [Preis: 75 h — 75 pf] 305

— Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. (II. Teil.) (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 95 h — 95 pf] 813

Rudolph K., Der Spaltöffnungsapparat der Palmenblätter. (Mit 2 Tafeln und 10 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1049

Schröder B., Adriatisches Phytoplankton. (Mit 16 Textfiguren.) [Preis: 2 K 35 h — 2 M 35 pf] 601

Schröder O., Eine neue marine Suctorie (*Tokophrya steueri* nov. sp.) aus der Adria. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 70 h — 70 pf] 757

Schuster J., Über die Fruktifikation von *Schuetzia anomala*. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 80 h — 80 pf] 1125

Sperlich A., Bau und Leistung der Blattgelenke von *Connarus*. (Mit 1 Tafel und 9 Textfiguren.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 349

Steindachner F., Beiträge zur Kenntnis der Fischfauna des Tanganyikasees und des Kongogebietes. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 1 K 50 h — 1 M 50 pf] 1171

Steuer A., Adriatische Planktonamphipoden. (Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur.) [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 671

Seite

Steuer A., Adriatische Pteropoden. (Mit 9 Textfiguren.) [Preis: 1 K 20 h 1 M 20 pf] 709

— Adriatische Stomatopoden und deren Larven. (Mit 14 Textfiguren.) [Preis: 75 h — 75 pf] 731

Stiasny G., Radiolarien aus der Adria. (Mit 1 Textfigur.) [Preis: 60 h — 60 pf] 487

— Über adriatische *Tornaria*- und *Actinotrocha*-Larven. [Preis: 30 h — 30 pf] 743

— Planktonische Foraminiferen aus der Adria. [Preis: 30 h — 30 pf] . 749

Stoklasa J., Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 195

Weber F., Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen, beziehungsweise Injektion derselben mit Wasser (Verletzungsmethode). (Mit 1 Tafel.) [Preis: 65 h — 65 pf] 179

Wiesner J., v., Weitere Studien über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen. [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] . . 119

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTZWANZIGSTER BAND.

WIEN, 1911.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXX. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1911. — HEFT I BIS V.

ERSTER HALBBAND.

(MIT 1 KARTE, 1 DOPPELTAFEL, 15 TAFELN UND 53 TEXTFIGUREN.)

WIEN, 1911.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT.

Seite

Becke F., Das spezifische Gewicht der Tiefengesteine. (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 75 h — 75 pf] 265

Berwerth F. und **Tammann G.**, Über die natürliche und künstliche Brandzone der Meteoreisen und das Verhalten der »Neumann'schen Linien« im erhitzten Kamacit. (Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.) [Preis: 80 h — 80 pf] 31

Doelter C., Über die elektrische Leitfähigkeit und das Verhalten des Diamanten bei hohen Temperaturen. (Mit 6 Textfiguren.) [Preis: 1 K — 1 M] 49

— Die Einwirkung von Kathodenstrahlen auf einige Mineralien und die Natur der Mineralfärbungen. [Preis: 60 h — 60 pf] 73

Fröhlich A., Der Formenkreis der Arten *Hypericum perforatum* L., *H. maculatum* Cr. und *H. acutum* Mnch. nebst deren Zwischenformen innerhalb des Gebietes von Europa. (Mit 1 Tafel und 13 Textfiguren.) [Preis: 3 K 10 h — 3 M 10 pf] 505

Heritsch F., Geologische Untersuchungen in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen. III. Die Tektonik der Grauwackenzone des Paltentales. (Mit 3 Tafeln und 1 Karte.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 95

Höhnel F., v., Fragmente zur Mykologie. (XIII. Mitteilung, Nr. 642 bis 718.) [Preis: 2 K 75 h — 2 M 75 pf] 379

Iltis H., Über das Vorkommen und die Entstehung des Kautschuks bei den Kautschukmisteln. (Mit einer einfachen und zwei Doppeltafeln.) [Preis: 2 K 80 h — 2 M 80 pf] 217

Linsbauer K., Zur physiologischen Anatomie der Epidermis und des Durchlüftungsapparates der Bromeliaceen. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 1 K 35 h — 1 M 35 pf] 319

Molisch H., Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 3

— Über Heliotropismus im Radiumlichte. (Mit 5 Textfiguren.) [Preis: 75 h — 75 pf] 305

Schröder B., Adriatisches Phytoplankton. (Mit 16 Textfiguren.) [Preis: 2 K 35 h — 2 M 35 pf] 601

Seite

Sperlich A., Bau und Leistung der Blattgelenke von *Connarus*. (Mit 1 Tafel und 9 Textfiguren.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 349

Stiasny G., Radiolarien aus der Adria. (Mit 1 Textfigur.) [Preis: 60 h — 60 pf] 487

Stoklasa J., Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation. (Mit 2 Tafeln.] [Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 195

Weber F., Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen, beziehungsweise Injektion derselben mit Wasser (Verletzungsmethode). (Mit 1 Tafel.) [Preis: 65 h — 65 pf] 179

Wiesner J., v., Weitere Studien über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen. [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] . . . 119

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

HUNDERTZWANZIGSTER BAND.

WIEN, 1911.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITATSBUCHHÄNDLER,

BUCHHANDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN KLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

CXX. BAND. ABTEILUNG I.

JAHRGANG 1911. — HEFT VI BIS X.

ZWEITER HALBBAND.

MIT 2 KARTENSKIZZEN, 21 TAFELN UND 56 TEXTFIGUREN.

WIEN, 1911.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

INHALT.

Seite

Doelter C., Über Gleichgewicht in Silikatschmelzen und über die Bestimmung des Schmelzpunktes des Calciummetasilikates. (Mit 3 Textfiguren.) [Preis: 95 h — 95 pf] 839

— und **Sirk H.**, Die Bestimmung des Absolutwertes der Viskosität bei Silikatschmelzen. [Preis: 40 h — 40 pf] 659

Figdor W., Übergangsbildungen von Pollen- zu Fruchtblättern bei *Humulus japonicus* Sieb. et Zucc. und deren Ursachen. (Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.) [Preis: 85 h — 85 pf] 689

Fuchsig H., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Lilioideen. (Mit 3 Tafeln und 3 Textfiguren.) [Preis: 2 K 10 h — 2 M 10 pf] . 957

Grafe V., Studien über das Anthokyan. (III. Mitteilung.) (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 1 K 60 h — 1 M 60 pf] 765

— und **Richter O.**, Über den Einfluß der Narkotika auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen. I. Das chemische Verhalten pflanzlicher Objekte in einer Acetylenatmosphäre. [Preis: 1 K 50 h 1 M 50 pf] 1187

Hoernes R., Das Bosporusproblem. (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 1 K 10 h 1 M 10 pf] 1087

Jacobi H., Wirkung verschiedener Lichtintensität und Belichtungsdauer auf das Längenwachstum etiolierter Keimlinge. (Mit 2 Textfiguren.) [Preis: 60 h — 60 pf] 1001

Kluyver A. J., Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 1 K 10 h — 1 M 10 pf] 1137

Kober L., Der Aufbau der östlichen Nordalpen (vorläufige Mitteilung). (Mit 1 Kartenskizze.) [Preis: 50 h — 50 pf] 1115

Kubart B., Corda's Sphaerosiderite aus dem Steinkohlenbecken Radnitz-Břaz in Böhmen nebst Bemerkungen über *Chorionopteris gleichenioides* Corda. [Mit 2 Tafeln.) [Preis: 1 K — 1 M] 1035

Liebus A., Die Foraminiferenfauna der mitteleocänen Mergel von Norddalmatien. (Mit 1 Kartenskizze, 3 Tafeln und 5 Textfiguren.) [Preis: 4 K — 4 M] 865

Molisch H., Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. (II. Teil.) (Mit 4 Textfiguren.) [Preis: 95 h — 95 pf] 813

Seite

Rudolph K., Der Spaltöffnungsapparat der Palmenblätter. (Mit 2 Tafeln und 10 Textfiguren.) [Preis: 2 K 20 h — 2 M 20 pf] 1049

Schröder O., Eine neue marine Suctorie (*Tokophrya steueri* nov. sp.) aus der Adria. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 70 h — 70 pf] 757

Schuster J., Über die Fruktifikation von *Schuetzia anomala*. (Mit 2 Tafeln. [Preis: 80 h — 80 pf] 1125

Steindachner F., Beiträge zur Kenntnis der Fischfauna des Tanganyika-sees und des Kongogebietes. (Mit 3 Tafeln.) [Preis: 1 K 50 h — 1 M 50 pf] 1171

Steuer A., Adriatische Planktonamphipoden. (Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur.) [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 671

— Adriatische Pteropoden. (Mit 9 Textfiguren.) [Preis: 1 K 20 h — 1 M 20 pf] 709

— Adriatische Stomatopoden und deren Larven. (Mit 14 Textfiguren.) [Preis: 75 h — 75 pf] 731

Stiasny G., Über adriatische *Tornaria*- und *Actinotrocha*-Larven. [Preis: 30 h — 30 pf] 743

Planktonische Foraminiferen aus der Adria. [Preis: 30 h — 30 pf] . 749

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. I. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze

von

Hans Molisch,

w. M. k. Akad.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.
Nr. 10 der zweiten Folge.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Jänner 1911.)

I. Einleitung.

Der Tabakrauch ist ein so häufiger Bestandteil der Räume, die wir bewohnen und in denen wir arbeiten, er kommt so häufig in Laboratorien und in Wohnungen vorübergehend oder längere Zeit mit Pflanzen in Berührung, daß es mir der Mühe wert erschien, einmal zu prüfen, welchen Einfluß der Tabakrauch auf höhere und niedere Pflanzen hat. Diese Frage schien einer Beantwortung um so dringender bedürftig, weil sich ja gerade durch die Forschungen von mir,[1] Neljubow,[2] Richter,[3] Singer,[4] Woycicki[5] und anderen gezeigt hat,

---

[1] H. Molisch, Über die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase (Aerotropismus). Diese Sitzungsberichte, Bd. XC, Abt. I (1884), p. 183 bis 188. — Über Heliotropismus im Bakterienlichte. Ebenda, CXI. Bd., Abt. I (1902), p. 141. — Leuchtende Pflanzen. Jena 1904, p. 124. — Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. Ber. der Deutsch. botan. Ges., 1905, p. 7 des Separatabdruckes.

[2] D. Neljubow, Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* usw. Bot. Zentralbl. Beihefte, Bd. X, Heft 3, 1901.

[3] O. Richter, Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. Ber. der deutsch. botan. Ges., 1903, p. 180. Ferner derselbe: Über den Einfluß ver-

welch hochgradigen Einfluß die Laboratoriumsluft, d. h. die in ihr vorhandenen Verunreinigungen auf die Pflanze hat. Man dachte dabei in erster Linie gewöhnlich an das Leuchtgas und seine Verbrennungsprodukte und zweifellos haben diese sicherlich ihren bedeutenden Anteil. Daß auch der Tabakrauch eine Rolle spielen könnte, hat man meines Wissens nicht vermutet, wie denn überhaupt über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze so gut wie nichts bekannt ist. Die einzige Untersuchung, die ich in der Literatur vorfand, ist eine kleine vorläufige Mitteilung von Tassinari, in der gezeigt wird, daß der Tabakrauch auf Bakterien schädlich wirkt.[1] Ich komme auf diese Abhandlung später noch einmal zurück.

In der Gärtnerei wird der Tabakrauch heute noch vielfach zur Vertilgung der Blattläuse mit Vorliebe verwendet: ein kleiner eiserner Ofen wird mit ordinärem gedrehten Rauchtabak beschickt und der Tabak dann in einem geschlossenen Gewächshause unter möglichst starker Rauchentwicklung verbrannt, so daß der ganze Raum des Gewächshauses ganz dicht mit Tabakqualm erfüllt wird. Ich erinnere mich noch lebhaft, wie ich als Knabe in der Gärtnerei meines Vaters dieser Räucherung aus Neugierde beiwohnte und wie ich bei dieser Gelegenheit die Symptome einer Tabakvergiftung, ohne zu einer verbotenen Zigarre gegriffen zu haben, an mir gründlich kennen lernte. Nach einer solchen Räucherung des Gewächs-

---

unreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, Abt. I (1906).

[4] M. Singer, Über den Einfluß der Laboratoriumsluft auf das Wachstum der Kartoffelsprosse. Ber. der Deutsch. botan. Ges., 1903, p. 175.

[5] Z. Woycicki, Über den Einfluß der Laboratoriumsluft auf den inneren Bau der Kartoffelsprosse. Sitzungsberichte der Warschauer Gesellschaft der Wissenschaften, 1909, p. 30. Ferner derselbe: Beobachtungen über Wachstums-, Regenerations- und Propagationserscheinungen bei einigen fadenförmigen Chlorophyceen in Laboratoriumskulturen und unter dem Einfluß des Leuchtgases. Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, mathem.-naturw. Kl., 1909, p. 588.

[1] V. Tassinari, Experimentaluntersuchungen über die Wirkung des Tabakrauches auf die Mikroorganismen im allgemeinen und im besonderen auf die krankheitserzeugenden. Vorl. Mitt. Zentralbl. für Bakteriologie etc., IV. Bd., 1888, p. 449 bis 453.

hauses sterben die Blattläuse, während die Pflanzen selbst anscheinend keinerlei Schaden erleiden. Daher hat man in gärtnerischen Kreisen die Ansicht, daß der Tabakrauch den Pflanzen nicht schade, ja, ich habe sogar die Meinung aussprechen gehört, daß er — wahrscheinlich denkt man dabei an die Vertilgung der Blattläuse — nützlich sei.

II. Versuche mit Keimlingen.

a) Vicia sativa.

Die bei Keimlingen angewandte Methode ergibt sich aus der Schilderung des ersten Versuches und, wenn im folgenden nichts Besonderes hervorgehoben wird, so handelt es sich stets um dieselbe Versuchsanstellung.

I. Keimlinge der Wicke wurden im Finstern bei Zimmertemperatur auf Keimschalen herangezogen. Sobald das Epikotyl eine Länge von etwa $^1/_4$ *cm* erreicht hatte, wurden die Keimlinge auf ein Tüllnetz, das über ein mit Wiener Leitungswasser gefülltes Einsiedeglas gespannt war, so gebracht, daß die Würzelchen großenteils ins Wasser tauchten, die Stengelchen mit den Kotyledonen aber über das Tüllnetz emporragten. Zwei so montierte Gläser wurden auf je eine Keimschale gebracht, mit je einem großen Becherglas von 4·3 *l* Inhalt bedeckt und mit Wasser unten abgesperrt. Das Bedecken mit den Bechergläsern geschah vor einem Fenster in freier Luft, um das Gefäß mit reiner Luft zu füllen.[1] Sodann wurden in den Raum des einen Becherglases drei Züge Tabakrauch einer Zigarette (»Sport«) oder irgendeiner Zigarre aus dem Munde durch ein gebogenes Glasrohr hineingeblasen. Das andere Becherglas erhielt keinen Rauch, war also bloß mit reiner Luft gefüllt und diente als Kontrolle. Beide Bechergläser wurden mit Zinkstürzen, um das Licht vollständig abzuhalten,

[1] Gewöhnlich war es leicht, auf diese Weise reine Luft einzufangen, im Winter aber während der Heizperiode kam es namentlich an stark nebligen Tagen nicht selten vor, daß die aus dem Freien vor dem Fenster des zweiten Stockwerkes der Universität geholte Luft doch schon so viel von den Rauchgasen der Schornsteine enthielt, daß die Wickenkeimlinge in dieser Luft nicht vertikal, sondern horizontal oder schief wuchsen, ähnlich so wie in Laboratoriumsluft.

bedeckt und das Ganze dann im warmen Gewächshause bei einer Temperatur von etwa 16 bis 19° C. aufgestellt.

Beginn des Versuches am 8. Februar 1910.

Schon nach 24 Stunden war der Unterschied höchst auffallend. Die Rauchpflanzen waren sozusagen nicht weiter gewachsen, die Stengel in normaler Luft hingegen hatten sich auf $1^1/_2$ *cm* verlängert. In den folgenden Tagen wurde die hemmende Einwirkung des Tabakrauches auf das Wachstum noch auffallender, weil die Wurzeln und Stengel der Rauchpflanzen sich nur äußerst wenig verlängerten, die der normalen aber fortwährend stark in die Länge wuchsen.

Am 14. Februar, also nach 6 Tagen, wurde der Versuch beendet. Er bot einen wirklich überraschenden Anblick, von dem die Photographie 1 eine gute Vorstellung gibt.

Die Längen der Stengel betrugen bei den normalen Pflanzen 13·9 *cm* (Mittelwert aus 24 Messungen), hingegen bei den Rauchpflanzen durchschnittlich nur 0·75 *cm*. Abgesehen von den enormen Längendifferenzen zeigten sich noch folgende Unterschiede:

In reiner Luft	In Rauchluft
Stengel vertikal aufrecht	Stengel horizontal oder schief
Stengel dünn	Stengel dick
Wurzeln lang (8 bis 12 *cm*), mehr minder gerade	Wurzeln kurz (1 bis 3 *cm*), am Ende winkelig, oft rechtwinkelig gebogen
Knospenblätter von Anthokyan stark gerötet	Knospenblätter bleich gelb, nur Spuren von Anthokyan

II. Ganz derselbe Versuch wie vorher, nur waren die Keimlinge in Blumentöpfe gepflanzt. Um die Erde vor zu großer Nässe zu schützen, wurden die Töpfe nicht direkt auf den Boden der Keimschale gestellt, sondern auf einen kleinen umgekehrten Glasnapf (Vogelglas). Der Erfolg war im wesentlichen derselbe, besonders in den ersten Tagen. Nach 3 Tagen waren die Stengel der Pflanzen in reiner Luft 4 bis 5 *cm* lang, die in der unreinen Luft nur $^1/_2$ *cm*. Später zeigte sich im Vergleiche zu dem Versuche mit den in Wasser gezogenen

Keimlingen ein Unterschied. Am vierten Tage fingen die Rauchpflanzen an, relativ stark in die Länge zu wachsen und gewannen, wie der aufrechte Wuchs, die Schlankheit der Stengel und die Anthokyanbildung[1] dartat, das Aussehen der normalen Pflanzen. Sicherlich werden durch die große, poröse Oberfläche des Blumentopfes und der Erde gewisse Stoffe des Rauches absorbiert und hierdurch wenigstens für die Stengel unschädlich gemacht. Die Luft wird allmählich gereinigt.

Am 14. Februar wurde der Versuch beendet, photographiert (Fig. 2) und die Stengellänge gemessen.

Stengellänge in reiner Luft	Stengellänge in Rauchluft
15 *cm*	4·8 *cm*
14·2	4
13·2	5
13	3·8
11·8	4·8
15·2	4·9
13·5	4·3
12·2	4·2
12·9	5
13·4	2·4
13·4	4·5
14·5	4·2
12·8	5·3
18	4·7
14	6
17·4	4·8
14·6	5·8
14·8	5·5
14	4·5
14·4	2·6
12·2	4·4
14·8	2·8
16·2	3·9
12	6
14·6	5·6
352·1 *cm*	113·8 *cm*
d. i. im Mittel 14·08 *cm*	d. i. im Mittel 4·5 *cm*

[1] Die Wickenkeimlinge bilden in der Regel Anthokyan, es gibt aber einzelne, denen diese Fähigkeit vollständig abgeht. Dasselbe habe ich bei Keimlingen von *Phaseolus multiflorus* beobachtet.

Es kann also nach dem Gesagten keinem Zweifel unterliegen, daß der Tabakrauch auf das Wachstum der Wickenkeimlinge einen ganz auffallenden Einfluß ausübt. Das Längenwachstum des Stengels wird hochgradig gehemmt, sein Dickenwachstum gefördert. Ähnliches gilt auch von der Wurzel. Gleichzeitig wachsen die Stengel und Wurzeln nicht vertikal geotropisch, sondern mehr minder schief horizontal oder sogar abwärts. Ihr geotropisches Richtungsvermögen hat nachgelassen und andere Nutationen kommen zur Herrschaft.

Wenn man die Versuche I und II unter sonst gleichen Verhältnissen im Licht anstellt, so gibt sich auch hier der große Einfluß des Tabakrauches zu erkennen. Der Unterschied zwischen den Rauchpflanzen und Reinluftpflanzen ist auch hier bei den am Tüllnetz gezogenen Pflanzen viel auffallender als bei den Topfpflanzen. Ich erkläre mir dies, wie bereits früher angedeutet wurde, so, daß die große Oberfläche, die die Topferde und der poröse Tontopf darbietet, die Rauchgase und Dämpfe rascher absorbiert und hierdurch die Luft reinigt, während die mit Wasser gefüllten Glasgefäße dieses Geschäft viel langsamer und viel unvollkommener besorgen. Dazu kommt, daß die vom Wasser des Kulturgefäßes absorbierten Stoffe auch von der Wurzel reichlicher aufgenommen werden und die Pflanze dadurch schädigen. Nach siebentägiger Versuchsdauer waren folgende Unterschiede zu bemerken (Fig. 3):

α) Keimlinge in Töpfen.

In reiner Luft	In Rauchluft
Stengel 18 bis 20 *cm* lang.	Stengel 9 bis 11 *cm* lang.
Von Anthokyan braunrot.	Unten dick, braunrot.

β) Keimlinge auf dem Tüllnetz mit den Wurzeln im Wasser.

In reiner Luft	In Rauchluft
Stengel 8·6 *cm* lang.	Stengel 1 bis 2 *cm* lang.
Stengel braunrot.	Stengel weiß, kein Anthokyan.
Stengel aufrecht.	Stengel schief oder horizontal.
Wurzeln 8·4 *cm*.	Wurzeln 1 bis 2 *cm*, häufig rechtwinkelig gebogen, viele Wurzelhaare.

Ich habe mich durch eine besondere Versuchsreihe überzeugt, daß es, um den starken Einfluß des Tabakrauches auf die Wicke zu demonstrieren, nicht notwendig ist, drei Züge Tabakrauch in das Versuchsgefäß einzublasen, sondern daß schon ein einziger genügt, besonders wenn man mit Wasserkulturen arbeitet. Ja, noch mehr. Wenn man das Becherglas mit einer Tabakrauchwolke füllt, mit Wasser absperrt, einen halben bis einen Tag stehen läßt, dann das Glas mit reiner Luft füllt und nun über die Keimlinge der Wicke stülpt, so genügen die Abdunstungen von den auf der inneren Oberfläche des Becherglases abdampfenden flüchtigen Kondensationsprodukten, um den geschilderten Einfluß auf die Keimlinge in etwas geschwächter, aber doch deutlicher Form zu äußern!

Lehrreich ist es auch, die Keimlinge bis zu einer gewissen Höhe zuerst in reiner Luft wachsen zu lassen und dann der Tabakrauchluft auszusetzen. Von diesem Moment an wächst die sich streckende Region unter der Knospe auffallend in die Dicke und der Stengel wächst nicht mehr vertikal aufrecht, sondern horizontal oder schief weiter. Die Photographie 4 stellt einen solchen Versuch dar. Die Keimlinge wuchsen zunächst zwei Tage in reiner Luft vollständig aufrecht, dann waren sie zwei Tage der Rauchatmosphäre ausgesetzt und boten nun das durch die Photographie festgehaltene Bild.

So wie die Keimlinge wieder in reine Luft gestellt werden, erheben sie sich geotropisch aufwärts, werden wieder in ihren Stengelteilen relativ dünn, kurz, sie erhalten wieder ihr normales Aussehen. Wiederholt man mit denselben Keimlingen den Versuch mehrmals hintereinander in reiner Luft und Rauchluft, so erhält man Stengel mit dünnen aufrechten und dicken gekrümmten Zonen. Der hochgradige Einfluß des Tabakrauches gibt sich dann an den Keimlingen in besonders anschaulicher Weise zu erkennen.

Derartige Versuche liefern aber auch den Beweis, daß mit der Einwirkung der Rauchluft innerhalb gewisser Zeiten keine dauernde Hemmung des Längenwachstums verbunden ist,

sondern daß sich mit der Entfernung der hemmenden Ursache auch wieder normales Wachstum einstellt.

b) Pisum sativum.

Die Versuchsanstellung war dieselbe wie bei den Wickenversuchen I und II. Beginn des Versuches am 26. Februar 1910.

α) Keimlinge in Töpfen.

In reiner Luft	In Rauchluft
28./2. Stengel 2 bis 4 *cm* lang.	Stengel $^1/_3$ bis $^1/_2$ *cm* lang.
2./3. Stengel 5 bis 7 *cm* lang.	Stengel $^1/_2$ bis 2 *cm* lang.
4./3. Stengel 6 bis 17 *cm* lang, aufrecht.	Stengel 4 bis $7^1/_2$ *cm* lang, aufrecht, dick.

β) Keimlinge auf dem Tüllnetz mit den Wurzeln im Wasser.

In reiner Luft	In Rauchluft
28./2. Stengel 2 bis 3 *cm* lang.	Stengel $^1/_3$ bis $^1/_2$ *cm* lang.
2./3. Stengel $3^1/_2$ bis 5 *cm* lang.	Stengel $^1/_2$ bis 1 *cm* lang.
4./3. Stengel 6 bis 13 *cm* lang, aufrecht, schlank.	Stengel $1^1/_2$ bis 2 *cm* lang, horizontal oder schief.
Wurzeln 9 bis 10 *cm* lang, reich verzweigt.	Wurzeln 3 bis 5 *cm* lang, dick, verkrümmt.

Das Ergebnis war auch bei den Erbsen im wesentlichen dasselbe wie bei den Wicken. Der Tabakrauch übte besonders bei den Wasserkulturen einen höchst auffallenden Einfluß auf das Wachstum in dem Sinne, daß das Längenwachstum hochgradig gehemmt und das Dickenwachstum gefördert wird. Siehe die Fig. 5.

Derselbe Versuch, im Licht ausgeführt, gab ein analoges Resultat. Beginn am 7. März 1910.

α) Keimlinge in Töpfen.

In reiner Luft	In Rauchluft
15./3. Stengel 4 bis 7 *cm* lang.	Stengel 3 bis 4 *cm* lang.
21./3. Stengel 4 bis 12 *cm* lang.	Stengel 3 bis 11 *cm* lang.

β) **Keimlinge in Wasserkultur (siehe Photographie, Fig. 6).**

In reiner Luft	In Rauchluft
15./3. Stengel 5 bis 7 *cm* lang. Wurzel bis 9 *cm* lang.	Stengel 1 bis 2·5 *cm* lang. Wurzel 2 bis 3 *cm* lang.
21./3. Stengel 7 bis 16 *cm* lang, unten 2 *mm* dick.	Stengel 1·5 bis 2·5 *cm* lang, unten 4 *mm* dick.
Wurzeln bis 12 *cm* lang, üppig, reich verzweigt, keine Wurzelhaare.	Wurzeln 3 bis 3·5 *cm* lang, schraubig gewunden, reichlich Wurzelhaare.

c) Cucurbita Pepo.

Versuchsanstellung wie vorher, im Finstern. Beginn des Versuches am 16. März 1910.

α) **Keimlinge in Töpfen.**

In reiner Luft	In Rauchluft
21./3. Hypokotyle 4·7 *cm*	Hypokotyle 9·6 *cm*
9·4	9
7·6	9·6
8	8·2
11·2	5·2
3	10·2
2·4	9·4
9·4	8·8
8	8·2
9·4	10·5
0·8	8·8
11·8	9
2	8·6
1·4	9·4
	9·4
	7·8
89·1 *cm* : 13 = **6·8** *cm*	141·7 : 16 = **8·8** *cm*

β) **Keimlinge in Wasserkultur.**

In reiner Luft	In Rauchluft
21./3. Hypokotyle 4 bis 7 *cm* lang.	Hypokotyle 1 bis 2 *cm* lang, die Basis bauchig angeschwollen.
Wurzeln bis 10 *cm* lang, reich verzweigt.	Wurzeln 2 bis 2·5 *cm* lang, wenig verzweigt.

Vier Tage später wurden die Pflanzen photographiert (Fig. 7).

d) Phaseolus vulgaris.

Versuchsanstellung wie vorher, im Finstern. Beginn des Versuches am 10. März 1910.

α) Keimlinge in Töpfen.

In reiner Luft	In Rauchluft
15./3. Hypokotyle 4 bis 10 *cm* lang.	Hypokotyle 3 bis 9 *cm* lang.
16./3. Hypokotyle 5 bis 15 *cm* lang.	Hypokotyle 4 bis 15 *cm* lang.

β) Keimlinge in Wasserkultur.

In reiner Luft	In Rauchluft
15./3. Hypokotyle 3 bis 9 *cm* lang.	Hypokotyle 1 bis 2 *cm* lang, dick.
16./3. Hypokotyle 5 bis 12 *cm* lang.	Hypokotyle 2 bis 3 *cm* lang.
Wurzeln bis 10 *cm* lang, üppig verzweigt.	Wurzeln 3 bis 5 *cm* lang, wenig verzweigt.

Der Unterschied war bei den Topfpflanzen nicht bedeutend wegen der reinigenden Einwirkung der Erde und des Tontopfes. Hingegen war der Einfluß des Tabakrauches bei den Wasserkulturen, wo die reinigende Wirkung großenteils entfällt, geradezu enorm.

Derselbe Versuch in Wasserkultur wurde am 5. November 1910 wiederholt. Nach elf Tagen bot der Versuch den Anblick, wie er durch die Photographie 8 versinnlicht wird.

Aus den mitgeteilten Versuchen mit Keimlingen verschiedener Art geht mit Sicherheit hervor, daß der Tabakrauch einen höchst auffallenden Einfluß auf Keimlinge ausübt. Er gibt sich in erster Linie durch eine hochgradige Hemmung des Längenwachstums der Stengel und der Wurzeln und in einer damit Hand in Hand gehenden Förderung des Stengeldickenwachstums zu erkennen.[1] Die Unterschiede zwischen normalen und Rauchpflanzen sind ganz gewaltig. Der Anblick der Rauchkeimlinge erscheint abnormal und erinnert auf das lebhafteste

---

[1] Mit diesen makroskopischen Veränderungen gehen mikroskopische Hand in Hand, die ich selbst nicht weiter verfolgt, deren Studium ich aber einem meiner Schüler übertragen habe.

an Keimlinge, die z. B. mit Leuchtgas stark verunreinigter Laboratoriumsluft ausgesetzt waren.

Bei den Versuchen mit Wicken war auch die Anthokyanbildung in Tabakrauchluft gehemmt. Außerdem erfährt die Gewebespannung wahrscheinlich infolge von Turgorsteigerung so hochgradige Steigerungen, daß der Stengel manchmal platzt, reißt und durch Infiltration der Interzellularen glasig erscheint. Alle diese Symptome, die ich in Tabakrauchluft festgestellt habe, hat auch Richter[1] bei seinen Pflanzen in der Laboratoriumsluft beobachtet.

Bei gewissen Keimlingen (Wicke, Erbse), die in verunreinigter Luft (Laboratoriumsluft) nicht vertikal, sondern mehr oder minder horizontal oder schief wachsen, zeigt sich dies auch bei Kultur in Tabakrauch. Der negative Geotropismus tritt nicht oder sehr undeutlich zutage, während der Heliotropismus mit außerordentlicher Feinheit in Erscheinung tritt.[2]

Der Tabakrauch besteht bekanntlich aus verschiedenen Substanzen und gewöhnlich stellt man sich vor, daß die Teilchen, die uns den Rauch sichtbar machen, großenteils fester Natur (Kohle- und Ascheteilchen) seien. Ich habe mich jedoch durch mikroskopische Untersuchung des dem Mundstücke einer Zigarre entströmenden Rauches überzeugt, daß die im Mikroskop bei Anwendung einer einfachen Dunkelfeldbeleuchtung sichtbaren schwebenden und in Brown'scher Molekularbewegung befindlichen Teilchen aus Tröpfchen bestehen, die verschiedene gasförmige Stoffe des Rauches gelöst enthalten.[3] Ob diese Tröpfchen ultramikroskopische feste Kerne enthalten, habe ich nicht speziell untersucht, gesehen habe ich aber bei der von mir angewandten Methodik keine. Die kleinen Flüssig-

---

[1] O. Richter, l. c. Ferner siehe O. Richter, Über Anthokyanbildung in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Mediz. Klinik (Berlin), 1907, Nr. 34. — Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre der Narkotika. Lotos (Prag), Bd. 56 1908.

[2] Vgl. H. Molisch, Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. L. c., p. 7 bis 8.

[3] H. Molisch, Über die Brown'sche Molekularbewegung in Gasen, sichtbar gemacht durch ein gewöhnliches Mikroskop. Zeitschr. für wissensch. Mikroskopie etc., Bd. 24 (1907), p. 97 bis 103.

keitströpfchen folgen nach und nach der Schwere und sinken, wenn sie nicht schon früher an den Seitenwänden der Glocke haften blieben, zu Boden. Fängt man sie auf einem Objektträger auf, so kann man sie hier unterm Mikroskop bei gewöhnlicher Beleuchtung als Flüssigkeitströpfchen erkennen; es sind dies jene Tröpfchen, die sich im Wassersack einer Pfeife zu der bekannten braunen, stinkenden Flüssigkeit ansammeln. Wenn daher in unseren Versuchen die über die Keimlinge gestülpten Glasglocken mit Rauch beschickt werden, so sieht man ihn nicht sehr lange. Nach einer Stunde oder früher scheint er bereits verschwunden zu sein, der Glockenraum ist dann nicht mehr von Rauchnebel erfüllt, denn die den sichtbaren Rauch bildenden Tröpfchen sind inzwischen an der Wand der Glocke, den Keimlingen und an den Kulturgefäßen haften geblieben oder sind zu Boden in das Wasser gefallen, das die Glocke von der äußeren Luft abschließt. Von diesen unzähligen Tröpfchen, die sich im Innenraum der Glocke befinden, entweichen beständig minimale Mengen der darin absorbierten flüchtigen Substanzen des Tabakrauches und diese wirken dann auf die Pflanze ein, wenn auch kein Rauch mehr zu sehen ist.

Es ist ganz erstaunlich, welch große Empfindlichkeit die Pflanze, z. B. die Wicke, gegenüber Spuren von Tabakrauch bekundet. Wenn die Reinigung der Glasglocken oder Bechergläser, die schon einmal mit Tabakrauch beschickt waren, nicht mit peinlichster Sorgfalt durchgeführt wurde, so kam es nicht selten vor, daß die Keimlinge auch in der »reinen« Luft das typische Aussehen derer in Rauchluft hatten. In solchen Fällen hafteten eben noch Spuren der Kondensationsprodukte des Tabakrauches an den Glaswänden und wirkten noch deutlich auf die Pflanze ein. Daher muß auf die Reinigung der Glocken und auch des Tüllstoffes bei der Anstellung eines jeden Versuches ein besonderes Augenmerk gerichtet werden. Ich empfehle, die Glocken oder Bechergläser und die Tonschalen, auf denen die Keimlinge standen, dem Wasserstrahl der Wasserleitung 10 Minuten lang auszusetzen und sie während dieser Zeit einige Male mit einem reinen Lappen auszuwischen. Außerdem muß der Tüllstoff, um ihn von Chlorprodukten zu reinigen, gut in Wasser ausgekocht werden. Der Tabakrauch

spielt daher sicher als häufiger Bestandteil der Laboratoriums- und Zimmerluft mit Bezug auf die Pflanze eine sehr wichtige Rolle und er trägt zu den eigenartigen krankhaften Veränderungen, die die Pflanzen in solcher Luft zeigen, wesentlich bei.

Aus diesem Grunde wird es sich empfehlen, pflanzenphysiologische Versuche, wenn möglich, nicht in Räumen auszuführen, die nicht frei von Tabakrauch sind. In Gewächshäusern wird das Räuchern und Tabakrauchen gewöhnlich zu keiner merkbaren Schädigung führen, da ja ein Gewächshaus in der Regel gelüftet, der Rauch relativ rasch entführt wird und die erwachsene Pflanze nicht so sensibel ist wie die Keimpflanze. Außerdem ist zu bedenken, daß die Pflanzen, auch wenn sie geschädigt wurden, später bei Kultur in reiner Luft wieder normales Wachstum zeigen.

Ist aber das Gewächshaus klein und wird es nicht gelüftet, dann wird es wohl besser sein, auch hier das Tabakrauchen zu unterlassen.

Nach den Erfahrungen mit Tabakrauch war es wissenswert, ob auch bei anderen Raucharten, z. B. dem von brennendem Schreibpapier, Holz oder Stroh, analoge Erscheinungen an Keimlingen hervortreten wie bei Tabakrauch. Diese Frage ist, wie ich gleich bemerken will, zu bejahen.

Ich habe solche Versuche mit den genannten Raucharten gemacht und im wesentlichen dieselben Ergebnisse erhalten wie mit dem Rauche von Zigarren und Zigaretten.

Zur Hervorrufung der abnormen Wachstumserscheinungen genügt schon der Rauch eines Stückes Schreibpapier von 10 bis 20 cm^2, eines Hobelspanes von 10 cm^2 oder eines Strohhalmes von 10 cm Länge. Da die durch diese Raucharten hervorgerufenen Veränderungen an den Pflanzen dieselben waren wie die im Tabakrauch, so gehe ich nicht näher auf die Beschreibung dieser Versuche ein, ich müßte mich sonst wiederholen.

III. Welche Bestandteile des Tabakrauches wirken auf die Pflanzen?

Die chemische Zusammensetzung des Tabakrauches ist zwar sehr oft Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen.

allein zu völlig übereinstimmenden Ergebnissen selbst in wichtigen Punkten ist man noch nicht gelangt. Es hängt dies offenbar mit der Verschiedenheit der angewandten Methoden und mit der mangelhaften Exaktheit gewisser analytischen Verfahren zusammen. Immerhin kann man auf Grund der bisherigen Untersuchungen aussagen, daß im Tabakrauch neben anderen Körpern, die uns weniger interessieren, mit ziemlicher Zuverlässigkeit an giftigen Bestandteilen nachgewiesen sind:[1] Nikotin, Pyridinbasen, Blausäure, Schwefelwasserstoff und Kohlenoxyd.

Da die Giftigkeit des Tabakrauches hauptsächlich seinem Nikotingehalt zugeschrieben wird, so habe ich zunächst Versuche mit dieser Base angestellt.

Versuch mit Nikotin. Die Versuchsanstellung war dieselbe wie bei Keimlingen mit Tabakrauch, nur wurde an seiner Stelle reines Nikotin (Kahlbaum in Berlin) verwendet. 5 Tropfen davon wurden in eine kurze Eprouvette gegeben und diese wurde entweder auf die Erde des Blumentopfes neben die Keimlinge oder bei den Wasserkulturen neben die Kulturgefäße aufgestellt. Nikotin ist bekanntlich eines der heftigsten Gifte aus dem Pflanzenreich und die Verdampfung einiger Tropfen Nikotins macht schon die Luft eines Zimmers völlig unatembar. Die in einer einzigen kräftigen Zigarre enthaltene Nikotinmenge reicht bereits zur tödlichen Vergiftung eines Menschen hin. 2 bis 4 Tropfen führen bei Hunden, Katzen und Kaninchen binnen 1 bis 5 Minuten den Tod herbei.[2] Da das Nikotin sehr flüchtig ist, so war zu erwarten, daß es unter den Versuchsglocken verdampft, mit den Pflanzen in Berührung kommt und hier seine eventuelle schädliche Wirkung äußert.

Der Versuch wurde am 22. November 1910 mit *Vicia sativa* bei Abschluß von Licht gemacht. Nach 48 Stunden zeigten die Wasserkulturkeimlinge in reiner und in Nikotinluft wider Erwarten keinen merklichen Unterschied. Das Nikotin

---

[1] R. Kissling, Handbuch der Tabakkunde, des Tabakbaues und der Tabakfabrikation. Berlin 1905, 2. Aufl., p. 350.

[2] R. Kissling, l. c., p. 353.

hat also keinen hemmenden Einfluß auf das Wachstum der Wicken ausgeübt. Dasselbe gilt für Topfkulturen.

Versuch mit Pyridin. Beginn des Versuches am 10. Dezember 1910. Um Pyridin einwirken zu lassen, wurde eine 5 *cm* lange kleine Eprouvette mit 3 Tropfen Pyridin offen neben das Kulturgefäß gestellt. Versuchspflanze *Vicia sativa*.

Keimlinge in Wasserkultur.

In reiner Luft	In Pyridinluft
15./12. Stengel 8 bis 12 *cm* lang, aufrecht, gerade, Knospe mit Anthokyan.	Stengel 2 bis 3·5 *cm* lang, schief oder horizontal, Knospe ohne Anthokyan.

Das Pyridin hat entschieden einen bedeutenden Einfluß, es beeinträchtigt das Längenwachstum und den negativen Geotropismus in ähnlicher Weise wie der Tabakrauch, doch wird das Dickenwachstum nicht in dem Maße gefördert wie unter dem Einflusse des Tabakrauches.

Versuch mit Schwefelwasserstoff. Alles wie vorher, nur anstatt des Pyridins Schwefelwasserstoffwasser. Von destilliertem Wasser, das mit reinem Schwefelwasserstoff gesättigt war, wurden zunächst 5 oder 10 cm^3 im offenen Gläschen neben die Kulturen unter den selbstverständlich mit Wasser abgesperrten Glocken aufgestellt. Unter diesen Bedingungen starben die Kulturen ab. Die Wurzeln waren schlaff und tot, der größere Teil der Stengel gleichfalls. Ich machte daher einige Versuche mit weniger Schwefelwasserstoff. Nun wurden nur 1 und 3 cm^3 Schwefelwasserstoffwasser verwendet. Unter diesen Verhältnissen war bei 1 cm^3 ein sehr geringer, bei 3 cm^3 aber schon ein bedeutend hemmender Einfluß zu bemerken. Ähnlich wie *Vicia sativa* verhielt sich auch *Cucurbita Pepo*. Die Stengel der letzteren verhielten sich bezüglich ihrer Länge in normaler Luft und SH_2-Luft wie 6 bis 12 zu 2 bis 3.

Versuche mit Kohlenoxyd. Die Menge von Kohlenmonoxyd im Tabakrauch ist im Vergleiche zu den anderen behandelten Bestandteilen sehr groß. Nach Pontag[1] wurden im

[1] J. J. Pontag, Untersuchung des russischen Rauchtabaks und des Zigarettenrauches. Zeitschr. für Unters. der Nahrungs- und Genußmittel etc. 6. Jahrg., 1903, Berlin, p. 691.

Rauche von 1 *g* Tabak 41 cm^3 Kohlenoxyd aufgefunden. Im Rauch einer Zigarette befinden sich etwa 18 cm^3 Kohlenoxyd.[1] Ich machte Versuche mit Wicken in Wasser- und Topfkulturen.

Wasserkulturen. Wenn 5 oder 10 cm^3 Kohlenoxyd pro 4·3 *l* Luft geboten wurden, was ungefähr 0·12%, beziehungsweise 0·23% Kohlenoxyd entspricht, so traten ganz dieselben Erscheinungen ein, wie wenn man Tabakrauch geboten hätte. Die Keimlinge blieben kurz, dick und die Anthokyanbildung blieb fast vollständig aus.[2]

Topfkultur. Sogar hier, wo doch die absorbierende und reinigende Wirkung durch die Erde und den Blumentopf hinzukam, war die Einwirkung des Kohlenoxyds auffällig und konform der des Tabakrauches.

Ein Urteil darüber abzugeben, welche Stoffe des Tabakrauches von Einfluß auf die Pflanzen sind, ist viel schwieriger, als es auf den ersten Blick erscheint, zunächst deshalb, weil die Chemie des Tabakrauches nur oberflächlich bekannt ist. So wissen wir zwar, daß Nikotin im Tabakrauch vorhanden ist, aber es ist derzeit nicht mit Sicherheit bekannt, ob diese Base frei oder gebunden im Rauche vorkommt, und wenn gebunden, an welche Säuren. Ähnliches gilt von den im Rauche vorkommenden Pyridinbasen, die ihrer genaueren Zusammensetzung nach nicht bekannt sind. Wenn ich also reines Nikotin der Pflanze biete und keinen schädigenden Einfluß erhalte, so wäre es immerhin möglich, daß das gebundene Nikotin eine Schädigung hervorruft. Gleiches wäre von den Pyridinbasen zu sagen. Obwohl also von mir festgestellt wurde, daß reines Nikotin nicht, Pyridin, Schwefelwasserstoff und Kohlenoxyd aber sicher beschädigend auf die Pflanze einwirken und hier ähnliche oder dieselben krankhaften Er-

[1] J. J. Pontag, l. c.

[2] Das Kohlenoxyd wurde durch Eintröpfeln von Ameisensäure in heiße Schwefelsäure gewonnen, durch zwei mit verdünnter Kalilauge gefüllte Waschflaschen geführt, aufgefangen und dann unter die Kulturgefäße geleitet. Für die Darstellung dieses Gases bin ich Herrn Privatdozenten Dr. Grafe zu großem Danke verpflichtet.

scheinungen hervorrufen wie der Tabakrauch, so wage ich doch nicht, etwas Bestimmtes auszusagen, durch welchen Stoff oder durch welche Stoffe der Tabakrauch auf die Pflanze wirkt.

Wenn wir bedenken, daß Rauch von gewöhnlichem Schreibpapier oder Stroh die Pflanze in ähnlicher Weise beeinflußt wie Tabakrauch, so wird es überhaupt fraglich, ob gerade die für den Tabakrauch charakteristischen Bestandteile das abnorme Wachstum der Pflanze hervorrufen. Da nun Kohlenoxyd im Tabakrauch im Vergleiche zu Nikotin, Pyridin, Schwefelwasserstoff und Blausäure in viel größerer Menge vorkommt, die Pflanze in derselben Weise hochgradig schädigt wie der Tabakrauch selbst und da gerade Kohlenoxyd auch in anderen Raucharten von analoger Wirkung enthalten ist, so liegt die Annahme nahe, daß dem Kohlenoxyd ein bedeutender Anteil an der schädlichen Wirkung des Tabakrauches auf die Pflanze zukommt.

IV. Einfluß des Tabakrauches auf Mikroorganismen.

Es wurde bereits erwähnt, daß, abgesehen von der kleinen vorläufigen Mitteilung Tassinari's,[1] über dieses Thema nichts bekannt ist. Seine Methodik bestand im wesentlichen darin, daß er unter verschiedenen Bakterienkulturen, die sich auf einem kleinen leinenen Streifen befanden, Tabakrauch aus einer Zigarre durch 30 bis 35 Minuten kontinuierlich streichen ließ. Der aus zwei mit ihrer Breitseite aneinanderstoßenden Glastrichtern bestehende Rauchraum, in dem sich die Bakterien befanden, war stets mit Rauch vollgefüllt. Nach der Exposition wurden passende Nährmedien mit den Bakterien infiziert, in Platten ausgegossen und weiter in ihrem Verhalten beobachtet. Er arbeitete mit sieben zumeist pathogenen Bakterien und gelangte zu dem Resultate, daß der Tabakrauch die Eigenschaft besitzt, die Entwicklung einiger Arten von pathogenen Bakterien zu verzögern und die einiger anderen ganz zu verhindern.

[1] V. Tassinari, l. c.

. Meine Versuchsanstellung war eine wesentlich andere, da es mir, wenn möglich, darum zu tun war, den Einfluß des Tabakrauches direkt zu beobachten. Bei den meisten Mikroorganismen (Bakterien, Flagellaten etc.) verfuhr ich in folgender Weise: Ein auf einem Objektträger angekitteter, 1 *cm* hoher und 1·5 *cm* breiter Glasring diente als Rauchkammer. Nachdem ein Deckglas in der Mitte mit dem Bakterientröpfchen versehen worden war, wurde in die Kammer rasch Zigarettenrauch eingeblasen und das Deckgläschen auf die Kammer so gelegt, daß sich das hängende Bakterientröpfchen nun in dem Rauche der Kammer befand. Vor dem Auflegen des Deckglases wurde der obere Rand des Glasringes mit Vaselin bestrichen, damit das Deckglas gut anhaftet und den Rauch abschließt. Gleichzeitig wurde ganz derselbe Versuch mit einem Kontrolltröpfchen, aber ohne Tabakrauch aufgestellt. Dann wurden die beiden Bakterientröpfchen, das in Rauchluft und das in gewöhnlicher Luft, vergleichend beobachtet.

Versuche mit Chromatium vinosum (Ehrenbg.) Winogradsky.

Diese Purpurbakterie entwickelte sich in einer Krystallisierschale mit Wasser, die mit einem Stückchen Hühnerei versehen war, im Laboratorium so üppig, daß die Wände und namentlich der Boden des Gefäßes ganz rot gefärbt waren. In einem Tröpfchen wimmelte es förmlich von den in lebhafter Bewegung befindlichen *Chromatium*-Zellen. Läßt man nun auf diese Lebewesen in der angegebenen Weise Tabakrauch einwirken, so stellen sie nach und nach ihre Bewegungen ein, während diese in dem Kontrolltröpfchen noch längere Zeit andauern. Die Bewegung nimmt schließlich auch hier ab, aber dies ist auf den reichlich zufließenden Sauerstoff zurückzuführen, den die mikroaërophilen Chromatien auf die Dauer nicht vertragen.

Von den vielen Versuchen, die ich durchgeführt habe, sei folgender angeführt:

Chromatium vinosum.

Versuchsdauer in Stunden	Reine Luft	Rauchluft
1	lebhaft beweglich	lebhaft beweglich
2	lebhaft beweglich	weniger beweglich
3	lebhaft beweglich	sehr wenig beweglich
8	noch viele Zellen beweglich	unbeweglich
24	noch viele Zellen beweglich	unbeweglich

Versuche mit Beggiatoa.

Eine im faulen Meeresalgeninfus reichlich vorhandene und lebhaft bewegliche *Beggiatoa* sp. diente zum Versuche.

Versuchsdauer in Stunden	Reine Luft	Rauchluft
1/3	lebhaft beweglich	Fäden unbeweglich
1	lebhaft beweglich	Fäden unbeweglich
2	weniger beweglich	Fäden unbeweglich
2 1/2	unbeweglich	Fäden unbeweglich

Derselbe Versuch, mit *Beggiatoa alba* ausgeführt, zeigte, daß die Fäden in Rauchluft im Gegensatz zu den in reiner Luft nach 40 Minuten ihre Beweglichkeit einbüßten. Die Fäden beginnen, sobald sie ihre Bewegung einstellen, in der bekannten, für *Beggiatoa* charakteristischen Weise in einzelne Zellen oder kleine Fadenbruchstücke zu zerbröckeln, ein charakteristisches Kennzeichen ihres eintretenden Todes.

Versuche mit Spirillum sp.

Das *Spirillum* hatte sich im faulen marinen Algeninfus entwickelt. Im Versuchströpfchen wimmelte es von dieser äußerst beweglichen Bakterie.

Versuchsdauer in Stunden	Reine Luft	Rauchluft
1	sehr beweglich	sehr beweglich
2	sehr beweglich	sehr beweglich
3	sehr beweglich	sehr beweglich
9	sehr beweglich	fast alle ruhig

Versuche mit der Leuchtbakterie Pseudomonas lucifera Molisch.

Nichts vermag den ungemein raschen Einfluß des Tabakrauches auf die lebende Substanz in so anschaulicher und bequemer Weise zu demonstrieren wie der im folgenden geschilderte Versuch. Ich nehme ein quadratisches Stück Filtrierpapier, dessen Seite etwa 7 *cm* lang ist, und gebe auf die Mitte 3 Tropfen einer stark leuchtenden Bouillon. Die Flüssigkeit breitet sich sofort in Form eines Kreises aus, der in der Dunkelkammer für ein dunkeladaptiertes Auge wie eine kleine Sonne leuchtet. Legt man nun das Papier in eine Petrischale, ohne daß es den Boden berührt, und bläst man, während man die obere Schale ein wenig schief abhebt, einen Zug Tabakrauch hinein, verschließt rasch und beobachtet im Finstern, so wird man bemerken, daß das Licht gewöhnlich binnen einer halben bis einer Minute völlig erlischt. Ein Kontrollpapier in reiner Luft leuchtet noch nach einer Stunde in ungeschwächter Kraft. Nimmt man das erloschene Papier aus der Rauchschale heraus und wirft es auf in einer Schale befindliches reines Meerwasser, so tritt das Licht nach etwa ein bis zwei Minuten wieder hervor.

Dieser Versuch zeigt auf das deutlichste, nach welch kurzer Zeit schon in dem Bakterienleib unter dem Einfluß des Tabakrauches Störungen eintreten, die sich durch Verschwinden des Lichtes deutlich kundgeben. Stellt man in der angegebenen Weise wieder normale Verhältnisse her, so kehrt die Lichtproduktion wieder zurück. Es sieht so aus, als ob die Bakterien durch den Tabakrauch narkotisiert worden wären.

Versuche mit Amoeba sp., Vorticella sp. und Paramaecium sp.

In einem mit *Sphaerotilus natans* verunreinigten Grabenwasser fanden sich viele mittelgroße farblose Amöben vor, die sich lebhaft bewegten. Wurden diese dem Tabakrauch ausgesetzt, so begannen sie sich schon nach 5 bis 10 Minuten abzurunden oder eine stark lichtbrechende körnchenfreie Protuberanz zu treiben, um kurze Zeit darauf zu zerfallen. Nach einer halben Stunde sind alle Amöben tot.

Eine stiellose *Vorticella* hört alsbald (15 Minuten) zu schwimmen auf, nach einer halben Stunde bewegen sich nur mehr die Wimpern und nach 2 bis 3 Stunden tritt der Tod ein.

Bei *Paramaecium* trat nach 6 Stunden in Rauchluft auffallende Verlangsamung, nach 8 Stunden Stillstand der Bewegung und gleichzeitig Absterben unter Ausscheidung hyaliner Tropfen ein. In reiner Luft waren die Paramäcien nach 72 Stunden noch in lebhafter Bewegung.

Resistenter erwies sich eine *Pinnularia*-Art. Diese große Diatomee begann erst nach 2 bis 4 Tagen abzusterben, vielleicht weil das Plasma durch den Kieselpanzer geschützt erscheint.

Versuch mit den Schwärmern (Myxamöben) von Didymium nigripes Fr.

Versuchsdauer in Stunden	Reine Luft	Rauchluft
1	Bewegung sehr lebhaft	Bewegung etwas langsamer
2	Bewegung sehr lebhaft	unbeweglich
14	gut beweglich	unbeweglich

Versuch mit Gymnodinium fucorum Küster.[1]

Diese farblose Peridinee trat in fauligem marinem Fucusinfus in ungeheuren Mengen auf. In einem winzigen Tröpfchen wimmelte es förmlich davon.

[1] Küster hat diese interessante farblose Peridinee in Fucusextrakten auf Helgoland beobachtet und sie auf Agar-Fucusextrakt gezüchtet. — E. Küster, Eine kultivierbare Peridinee. Archiv für Protistenkunde, XI. Bd., 1908, p. 351. — Mein Material stammte aus dem Golfe von Triest.

Versuchsdauer in Stunden	Reine Luft	Rauchluft
1/3	lebhaft beweglich	fast alle unbeweglich
1	lebhaft beweglich	alle unbeweglich
24	noch viele beweglich	alle unbeweglich

Versuch mit Phycomyces nitens.

Brotwürfel, die auf eine Minute behufs oberflächlicher Sterilisation in siedendes Wasser getaucht wurden, legte ich in Glasschalen, diese auf glasierte Tonschalen, bedeckte die Kulturen mit Bechergläsern (4·3 *l*) und sperrte mit Wasser ab. Sobald die Sporangienträger eine Länge von 1/2 bis 1 *cm* erreicht hatten, wurde Tabakrauch eingeblasen. Die Kulturen standen während der ganzen Versuchsdauer im Lichte, da die Sporangienträger sich im Finstern nicht so gut entwickeln. Im übrigen war das Versuchsverfahren wie bei den Keimlingsversuchen höherer Pflanzen.

Versuch I stand in reiner Luft.

Versuch II stand in reiner Luft mit einem Zug Tabakrauch.

Versuch III stand in reiner Luft mit drei Zügen Tabakrauch.

Die Einwirkung des Tabakrauches begann am 18. November 1910. Am 21. November, also nach 3 Tagen, waren die Sporangienträger in Versuch I im Maximum 12 *cm* hoch, im Versuch II im Maximum 9 *cm*, im Versuch III im Maximum 7 *cm*.

Später gleicht sich der Unterschied aus. Der wachstumshemmende Einfluß des Tabakrauches ist also am Anfang bei *Phycomyces* deutlich, aber er ist doch viel schwächer als bei den Keimlingen der Phanerogamen.

Überblicken wir die Versuche mit verschiedenen Mikroorganismen, so läßt sich darüber folgendes aussagen:

Alle wurden durch Tabakrauch bei meinen Experimenten geschädigt. Die beweglichen Bakterien lassen die Schädigung leicht dadurch erkennen, daß sie ihre Bewegung einstellen oder absterben. Obwohl meine Versuche nach einer ganz anderen Methodik ausgeführt wurden als die Tassinari's und obwohl bei meiner Versuchsanstellung der Tabakrauch nicht im kontinuierlichen Strome, sondern nur einmal am Beginne des Versuches geboten wurde, der sich dann in der Rauchkammer selbst überlassen wurde, so war doch die Schädigung immer zu bemerken, ja es zeigte sich, daß die Bakterien noch empfindlicher sind, als es aus den Experimenten Tassinari's hervorzugehen schien. *Beggiatoa* stirbt schon nach 2 bis 3 Stunden ab. Leuchtbakterien hören bereits innerhalb einer Minute auf, Licht zu entwickeln, können aber wieder Licht produzieren, wenn man sie nach dem Erlöschen ihres Lichtes wieder in frisches Wasser bringt.

Amöben weisen schon nach 5 bis 10 Minuten Störungen auf, die nach kaum einer halben Stunde zum Tode führen.

Vorticella hört alsbald auf zu schwimmen und stirbt nach 2 bis 4 Stunden. Andere Infusorien verhalten sich nach meinen Beobachtungen im wesentlichen auch so, doch ist ihre Resistenz oft recht verschieden. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man mehrere Arten oder Gattungen gleichzeitig in demselben Versuchströpfchen untersucht.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Tabakrauch die Mikroorganismen nicht bloß wie die Phanerogamenkeimlinge schädigen, sondern auch töten kann, und insofern kann das Rauchen dem Raucher sogar nützlich sein, weil es die Mundhöhle desinfiziert. Dies ist aber meiner Meinung nach nur ein schwacher Trost, denn wenn die lebende Substanz der Pflanze und der Protozoen durch Tabakrauch so hochgradig geschädigt wird, so gibt dies immerhin zu denken und mahnt den Raucher zur Vorsicht und Zurückhaltung.

Die bis zur Tötung vorschreitende Schädigung der Mikroorganismen dürfte unter anderem auch darin ihren Grund haben, daß die giftigen Stoffe die mikroskopisch kleinen Zellen rascher und leichter durchdringen als etwa einen Stengel.

Ich komme nun am Schlusse zum Ausgangspunkt meiner Betrachtungen zurück. Es wurde schon am Beginn meiner Abhandlung auf den großen Einfluß der durch geringe Mengen von gewissen Stoffen verunreinigten Laboratoriumsluft auf Keimlinge hingewiesen, auf deren Wachstum, Tropismen und Nutationen. Man hat bisher das Leuchtgas und seine Verbrennungsprodukte dafür verantwortlich gemacht. Gewiß kommen diese in erster Linie in Betracht. Aus meinen Untersuchungen geht aber zweifellos hervor, daß überall dort, wo in Experimentierräumen und Laboratorien geraucht wird, dem Tabakrauch gleichfalls ein großer Einfluß auf die abnormen Erscheinungen, die die Pflanzen in solchen Kulturräumen aufweisen, zuzuschreiben ist. Das gilt nicht bloß von Algen, Keimlingen, sondern auch von höheren erwachsenen und für Tabakrauch empfindlichen Pflanzen. Der eigentümliche krankhafte Habitus, den in Wohnzimmern und Schaufenstern gezogene Zierpflanzen nach einiger Zeit annehmen, ist, abgesehen von Lichtmangel, Staub und Trockenheit der Luft, hauptsächlich auf die gasförmigen Verunreinigungen der Atmosphäre, wie sie durch Leuchtgas, Heizgas und Tabakrauch gegeben sind, zurückzuführen. Derjenige, der sich nicht durch einschlägige Experimente von der Richtigkeit des Gesagten überzeugt hat, wird dies vielleicht für eine Übertreibung halten. Und doch verhält sich die Sache so, da die Pflanze gegen solche Stoffe eine ganz überraschende und ungeahnte Sensibilität bekundet

Jeder Physiologe muß namentlich beim Studium der Richtungsbewegungen die Unreinheit der Luft auf das sorgfältigste beachten, falls die erwähnten Nebenbestandteile der Luft die Bewegungen der Organe beeinflussen, selbst zu Nutationen Veranlassungen geben und dadurch Tropismen vortäuschen. Auf Grund dieser Tatsachen wurde — man vergleiche die am Beginne (p. 3 bis 4) zitierten Arbeiten — schon manches geklärt und bei weiterer Beachtung dieser Verhältnisse wird bei der Revision älterer Versuche manches anders zu interpretieren sein, als dies früher geschah.

Der in dieser Abhandlung gebrachte Nachweis von der Schädlichkeit des Tabakrauchs bezieht sich vorläufig auf die

Keimpflanze. Aber schon innerhalb der verschiedenen Gattungen und Arten von Keimlingen kann sich ein verschiedener Grad von Empfindlichkeit zeigen, denn manche Graskeimlinge (Hafer) sind schon viel weniger empfindlich als Wicke, Linse, Kürbis usw.

Meine Ergebnisse mit Keimlingen dürfen aber selbstverständlich nicht ohne weiteres auf Pflanzen in anderen Entwicklungsstadien übertragen werden; ob sich diese auch so verhalten wie Keimlinge, bedarf erst besonderer Untersuchungen, die mir noch nicht in genügender Zahl zur Verfügung stehen. Ich kann aber jetzt schon sagen, daß *Tolmiea*- und *Tradescantia viridis*-Stöcke in mit Tabakrauch verunreinigter Luft gut wachsen und innerhalb einer Versuchszeit von vier Wochen keine abnormen Erscheinungen aufwiesen.

V. Zusammenfassung der Resultate.

1. Der Tabakrauch übt auf viele Keimpflanzen einen höchst auffallenden schädigenden Einfluß aus. Keimlinge der Wicke, Erbse, Bohne, des Kürbis und anderer Gewächse nehmen im Tabakrauch ein abnormes Aussehen an. Wickenkeimlinge (*Vicia sativa*) z. B. geben bei Lichtabschluß ihre normale Wachstumsrichtung auf, ihre Stengel wachsen horizontal oder schief, bleiben kurz, werden aber dick. Sie verhalten sich also ähnlich, wie wenn sie in einem Laboratorium wachsen würden, dessen Luft durch Spuren von Leucht-, Heizgasen oder anderen Stoffen verunreinigt ist. Die von O. Richter in Laboratoriumsluft konstatierte gehemmte Anthokyanbildung und die erhöhte, mitunter zum Platzen oder Reißen der Stengel führende Gewebespannung zeigt sich auch in der Rauchluft.

2. Die Empfindlichkeit der Keimpflanze gegen Tabakrauch ist erstaunlich groß. Es ist, um die geschilderten Wachstumserscheinungen hervorzurufen, nicht etwa notwendig, die Versuchsgefäße beständig oder mehrmals mit Rauch zu füllen, sondern es genügt, den durch eine Glasglocke abgegrenzten Raum (4:3 *l*) am Beginn des Versuches einmal mit ein bis drei Rauchzügen einer Zigarette zu versehen; ja, wenn man eine

derartige mehrere Tage in Verwendung gestandene Glocke, die also nur an der inneren Oberfläche mit Spuren von Kondensationsprodukten des Rauches versehen ist und nicht oder kaum mehr nach Tabakrauch riecht, neuerdings zu einem Versuch verwendet, ohne aber Rauch einzublasen, so ist doch der schädigende Einfluß einer solchen Glocke noch unverkennbar. Dies ist jedenfalls ein interessantes Beispiel der hochgradigen Sensibilität der Pflanze gegenüber gewissen Stoffen.

All die geschilderten Erscheinungen treten viel prägnanter bei Wasserkulturen als bei Erdkulturen in Blumentöpfen auf, weil die Erde und der poröse Tonblumentopf durch Absorption der schädlichen Rauchbestandteile einen stark reinigenden Einfluß auf die Luft ausüben.

3. Es läßt sich nicht mit Sicherheit sagen, welcher von den Bestandteilen des Tabakrauches die Wirkung hervorruft, da wir, abgesehen von dem frei vorkommenden Schwefelwasserstoff und dem Kohlenoxyd, die eventuelle Bindung, in der die charakteristischen Komponenten des Tabakrauches, das Nikotin und Pyridin, auftreten, nicht kennen. Auffallend ist, daß freies Nikotin, dem man zunächst die giftige Wirkung auf die Pflanze zuzuschreiben geneigt wäre, nicht merklich schädigend wirkt. Und da andere Raucharten, wie die von verbrennendem Schreibpapier, Holz oder Stroh, ganz ähnlich wie Tabakrauch die Pflanze beeinflussen, so dürften wohl die in solchen Raucharten allgemeiner verbreiteten schädlichen Bestandteile, so das reichlich vorkommende Kohlenoxyd, die Hauptrolle spielen.

4. Der Einfluß des Tabakrauches auf Mikroorganismen erscheint noch auffallender als der auf höhere Pflanzen, denn Bakterien, Amöben, Flagellaten und Infusorien werden nicht bloß geschädigt, sondern häufig schon nach relativ kurzer Versuchszeit getötet. Gewisse Amöben sterben schon nach einer halben Stunde, manche Bakterien nach einer Stunde. Die überaus rasche Einwirkung des Tabakrauches läßt sich in sehr augenfälliger Weise mit Leuchtbakterien demonstrieren. Ein auf Filtrierpapier ausgebreiteter Tropfen von Leuchtbouillon (*Pseudomonas lucifera* Molisch) erlischt, in Tabakrauch gebracht, binnen einer halben bis einer Minute, um gleich darauf, in reines

Meerwasser überführt, nach zwei Minuten wieder aufzuleuchten.

5. Man hat bisher die auf die Pflanze ausgeübte Wirkung der sogenannten Laboratoriumsluft den in ihr vorhandenen Spuren von Leuchtgas und dessen Verbrennungsprodukten zugeschrieben. In analoger Weise wie diese Stoffe wirkt nun zweifellos auch der Tabakrauch und man wird daher diesem bei der Durchführung gewisser Versuche, namentlich solcher über Richtungsbewegungen, mehr Beachtung zu schenken haben und ihn in den Versuchsräumen am besten ganz ausschalten.

6. Die hier mitgeteilten Ergebnisse über die Schädlichkeit des Tabakrauches beziehen sich vorläufig auf die Keimpflanze. Ob die Pflanze in anderen Entwicklungsstadien sich ebenso verhält, werden weitere Untersuchungen lehren.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Wickenkeimlinge *(Vicia sativa)* bei Abschluß von Licht, rechts in reiner Luft, links in Luft, der am Beginn des Versuches einmal Tabakrauch (3 Zigarettenzüge pro 4·3 *l* Luft) beigemischt wurde, kultiviert. Versuchsdauer 6 Tage. Der Einfluß des Tabakrauches auf Stengel- und Wurzelwachstum ist enorm.

Fig. 2. Derselbe Versuch wie bei Fig. 1, aber in Blumentöpfen mit Erde. Links die Wickenkeimlinge in reiner Luft, rechts in Luft mit Tabakrauch. Versuchsdauer 6 Tage. Der Unterschied ist noch immer sehr groß, aber er ist geringer wie bei Fig. 1, weil die Topferde und der poröse Blumentopf durch Absorption vorwiegend auf die Luft wirkt.

Fig. 3. Derselbe Versuch wie bei 1, aber im Lichte. Links die Wickenkeimlinge in reiner Luft, rechts die in Luft mit Tabakrauch.

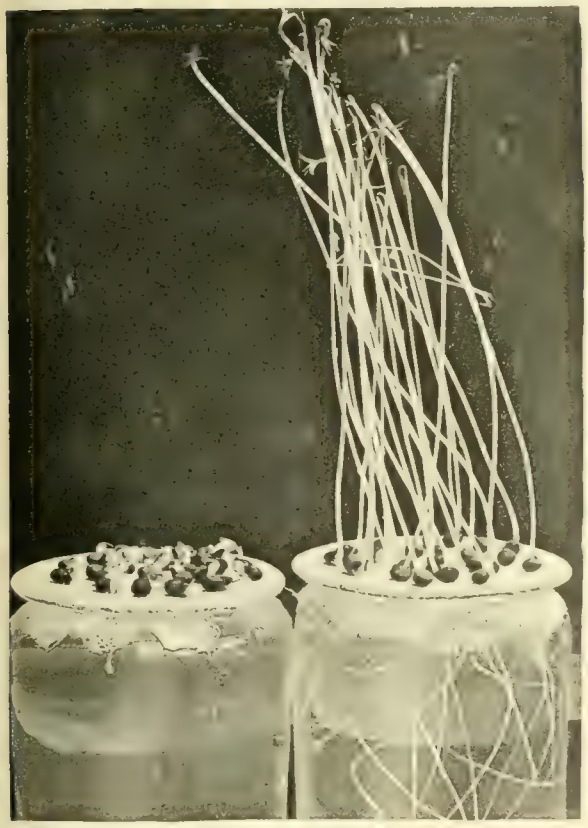
Fig. 4. Wickenkeimlinge wuchsen im Finstern zunächst 2 Tage in reiner Luft, dann wurden die Keimlinge links in mit Tabakrauch vermischter Luft weiter gezogen. Nach zweitägigem Aufenthalt in der Rauchluft boten sie im Vergleich zu den Kontrollpflanzen dieses Bild. Sie verdicken sich in der wachsenden Region und wachsen nicht mehr aufrecht.

Fig. 5. Erbsenkeimlinge *(Pisum sativum)*. Versuchsbedingungen wie bei Fig. 1. Man beachte den enormen Größenunterschied zwischen den Keimlingen in reiner Luft (rechts) und den in Rauchluft (links).

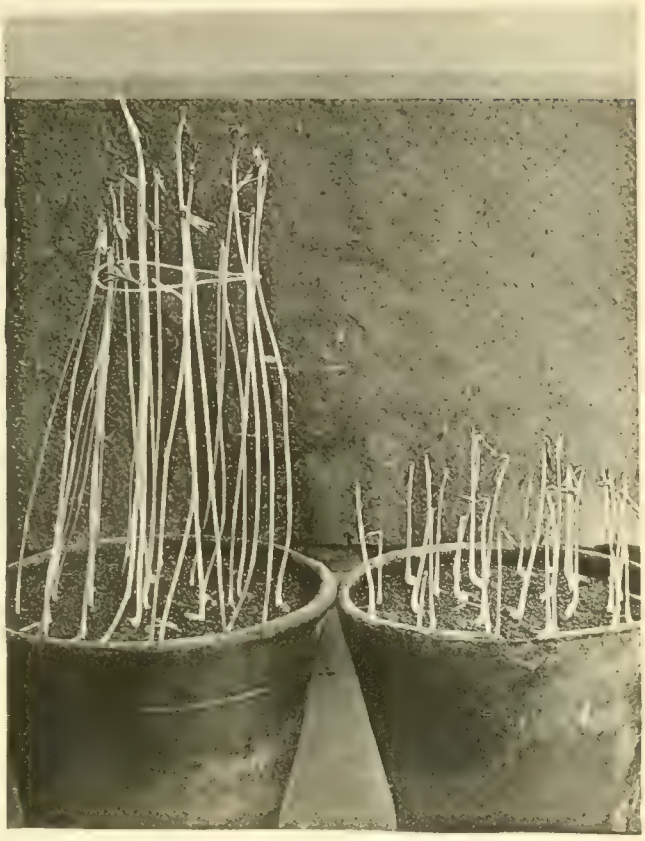
Fig. 6. Erbsenkeimlinge *(Pisum sativum)*. Versuchsbedingungen wie vorher, aber die Kulturen standen im Lichte.

Fig. 7. Kürbiskeimlinge *(Cucurbita Pepo)*. Versuchsbedingungen wie bei Fig. 1. Versuchsdauer 9 Tage. Rechts in reiner Luft, links in Rauchluft. Man beachte die abnorme Verdickung der Stengel in Rauchluft!

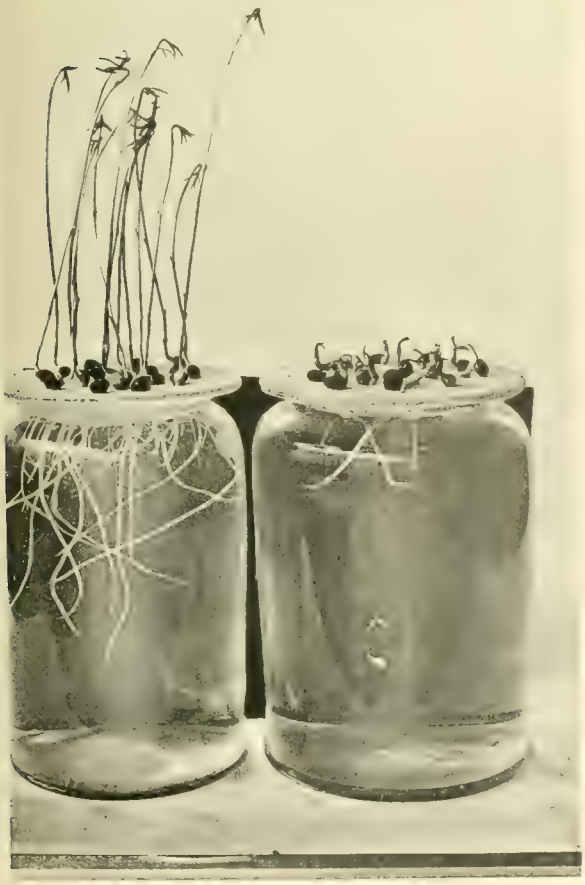
Fig. 8. Bohnenkeimlinge *(Phaseolus vulgaris)*. Versuchsbedingungen wie bei Fig. 1. Versuchsdauer 11 Tage. Rechts in reiner Luft, links in Rauchluft. Man betrachte die Längen- und Dickenunterschiede der Stengel und Längenunterschiede der Wurzeln.



1



2



Jenčič et Molisch fec. 3

4 Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

5

6

Jenčič et Molisch fec. 7

8 Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

Über die natürliche und künstliche Brandzone der Meteoreisen und das Verhalten der „Neumann'schen Linien" im erhitzten Kamacit

von

Friedr. Berwerth, k. M. k. Akad., und **G. Tammann.**

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Jänner 1911.)

Über das Verschwinden der Neumann'schen Linien in erhitztem Kamacit bei verschiedenen Zeiten und Temperaturen.

Nach Untersuchungen von Linck[1] und Mügge[2] liegt auf den Gleitflächen, die den Neumann'schen Linien entsprechen, eine Zwillingslamelle. Auf dem Streifen, in dem diese Zwillingslamelle von der polierten Fläche des Kamacits geschnitten wird, bildet sich beim Ätzen ein Kanal: die Neumann'sche Linie; es ist also offenbar die Lösungsgeschwindigkeit der Zwillingslamelle, deren Moleküle sich in einem Zwangszustand befinden, größer als die der umgebenden natürlichen Kamacitmasse. Der Zwangszustand in der Zwillingslamelle wird dahin streben, sich mit der Zeit auszugleichen, und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche in hohem Maße von der Temperatur abhängen wird.

Durch folgende Versuche haben wir gesucht, uns über jene Geschwindigkeit und ihre Abhängigkeit von der Temperatur näher zu orientieren, indem wir Platten aus einem und demselben Kamacit des Eisens von Mount Joy, der vor dem Erhitzen die Neumann'schen Linien in schönster Deutlichkeit

[1] G. Linck, Zeitschrift für Kryst., 20, p. 209 (1892).

[2] O. Mügge, Neues Jahrbuch f. Min., 1899 [2], p. 63.

zeigte, verschiedene Zeiten lang auf bestimmte Temperaturen erhitzten und die Ätzbilder auf den nach dem Erhitzen wieder polierten Flächen untereinander und mit den ursprünglichen Ätzbildern verglichen.

Resultate der Versuche. Zu den Versuchen wurden Plättchen nach den Würfelflächen des Kamacits aus dem Meteoreisen von Mount Joy geschnitten und poliert. Diese Plättchen waren etwa 1 *cm* lang, 0·5 *cm* breit und 0·2 *cm* dick. Nach dem Ätzen der polierten Fläche mit dreiprozentiger Salpetersäure während 3 Minuten traten im unveränderten Kamacit die Neumann'schen Linien mehrerer Systeme in deutlichster Ausbildung hervor. Die meisten Kamacitplättchen enthielten zahlreiche Rhabditnädelchen.

Die Erhitzung bei 870° C. wurde in der Weise ausgeführt, daß man das Kamacitplättchen in ein auf ungefähr 870° im Sandbad erhitztes Porzellanrohr für eine bestimmte Zeit einführte; die Temperatur des Bades wurde allerdings vom Kamacitplättchen nicht sofort angenommen, wodurch besonders bei den kurze Zeit exponierten Plättchen große Unsicherheiten betreffs der wahren Expositionsdauer auftreten. Für orientierende Versuche war aber diese Art der Exposition genügend. Die Erhitzung auf 800°, welche nur kurze Zeit währte, wurde im geschmolzenen KCl vorgenommen, wodurch die Expositionsdauer bestimmter wurde. Ein Bad aus 75% Na_2SO_4 und 25% NaCl hat den Vorzug, daß es über ein größeres Temperaturintervall brauchbar ist, doch greift dieses Bad den Kamacit so stark an, daß er sich nach der Erhitzung in diesem Bade sehr schlecht ätzt.

1. Temperatur zirka 876° C. 5 Sekunden erhitzt. Eine merkliche Veränderung des Kamacits ist nicht zu konstatieren, die Neumann'schen Linien sind sehr deutlich entwickelt. Spuren von durch Erhitzung entstandener Körnung des Kamacits sind nicht nachzuweisen.

2. Temperatur zirka 886° C. 15 Sekunden erhitzt. Der größte Teil der Neumann'schen Linien ist noch erhalten, wenn auch dieselben nicht mehr so breit wie im nicht erhitzten Kamacit sind. Ein Teil der Linien erreicht aber die Ränder des Plättchens nicht mehr. In der Nähe des Randes finden sich Inseln,

in denen die Körnung des Kamacits beginnt; in diesem Teil sind die Linien fast verschwunden.

3. Temperatur zirka 878° C. 1 Minute erhitzt. Die Körnung des Kamacits ist bemerkbar, die Linien sind noch schmäler geworden und kaum eine Linie ist in ihrem ganzen Verlauf zu verfolgen. Häufig sind Stücke der Linien durch vereinzelte Ätznäpfchen angedeutet. Die Rhabdite sind noch als solche erhalten.

4. Temperatur zirka 869° C. 10 Minuten erhitzt. An wenigen Stellen sind noch die Reste der Linien zu erkennen. Die Körnung hat sich stark entwickelt, ein Teil der Rhabditnadeln hat sich zwischen die Körner geschoben und bildet an vielen Stellen ihre Umgrenzung.

5. Temperatur zirka 866° C. 30 Minuten erhitzt. Die Linien sind an wenigen Stellen noch in Resten vorhanden wie beim Versuch 4. Die Rhabditnadeln sind als solche verschwunden und umgeben nun jedes Korn des veränderten Kamacits, was bei 70facher Vergrößerung deutlich, noch schöner aber bei 300facher Vergrößerung zu erkennen ist.

Die erste Veränderung, welche im Kamacit wahrzunehmen ist, besteht darin, daß die Neumann'schen Linien durch das Ätzmittel nicht mehr in ihrer ursprünglichen Breite und Tiefe hervorgerufen werden. Die diesen Linien entsprechende Störung im Raumgitter scheint also bei der Erhitzung zuerst sich auszugleichen. Ein Teil der Linien und besonders Teile der resistenteren Linien erwiesen sich aber von einer beachtungswerten Resistenz, ihre Spuren sind noch nachweisbar, nachdem der Kamacit schon aufgehört hat als solcher zu existieren, indem er durch volle Ausbildung seiner Körnung in das technische Nickeleisen übergegangen ist. Hieraus hat man wohl zu schließen, daß auf den resistenteren Linien nach Bildung derselben noch andere Prozesse, z. B. eine unmerklich schwache Oxydation, vor sich gegangen ist, wodurch die große Differenz in der Geschwindigkeit, mit der die Linien verschwinden, verständlich wird. Die Körnung des Kamacits kommt nach früheren [1]

[1] F. Berwerth, Diese Sitzungsberichte, Bd. 114, Abt, I, p. 343 (1905), und W. Fraenkel und G. Tammann, Zeitschr. f. anorg. Chemie, Bd. 60, p. 416 (1908).

Beobachtungen dadurch zustande, daß von zahlreichen Punkten des Kamacits aus die Umwandlung desselben in das technische Nickeleisen eintritt; indem von diesen Punkten aus die Umwandlung fortschreitet, bilden sich die kleinen Polyeder des technischen Nickeleisens, welche schließlich so regelmäßig von der Masse der ursprünglich vorhandenen Rhabditnädelchen umhüllt werden. Daß während dieser Umwandlung, der Körnung des Kamacits, die den Neumann'schen Linien entsprechenden Gleitflächen verschwinden, war zu erwarten; es scheint aber, daß diese Zwillingslamellen größtenteils schwinden, bevor der Übergang in das technische Nickeleisen sich bemerkbar macht. Für beide Prozesse ist eine gewisse Beweglichkeit der das Raumgitter besetzenden Moleküle notwendig; während die durch Gleitung hervorgerufene Störung sich ausgleicht, beginnt eine neue Störung im Kamacit, nämlich die Umwandlung desselben in technisches Nickeleisen. Beide Vorgänge verlaufen offenbar unabhängig voneinander; jedenfalls ist die Gleitfläche nicht der Ort einer besonders früh auftretenden Körnung.

Um über den Einfluß der Temperatur auf die Geschwindigkeit des Verschwindens der Neumann'schen Linien und die des Auftretens der Körnung eine Orientierung zu gewinnen, wurden folgende beide Versuche angestellt:

6. Temperatur zirka 800° C. 1 Minute lang durch Eintauchen in ein KCl-Bad erhitzt. Die Körnung des Kamacits ist eingetreten, ein Teil der Linien ist noch vorhanden, die Rhabdite sind als solche vorhanden.

Nun vergleiche man die beiden Kamacite nach den Erhitzungen 3 und 6. Die erste Erhitzung hatte 1 Minute lang im Luftbade, die zweite 1 Minute lang im KCl-Bade gedauert; bei der ersten hatte wegen der schlechteren Wärmeabgabe durch die Luft die Badtemperatur von 878° jedenfalls etwas kürzere Zeit gewirkt als beim zweiten Versuch die tiefere Badtemperatur von 800°. Wenn also der Kamacit nach der Erhitzung 3 stärker verändert ist, so ist damit der Einfluß der Temperatur erwiesen. In der Tat ist beim Vergleich deutlich zu ersehen, daß nach der Erhitzung 3 die Linien bedeutend stärker verändert, undeutlicher geworden sind als nach der Erhitzung 6. Die

Körnung ist nach der Erhitzung 3 deutlicher entwickelt als nach der Erhitzung 6.

Der erhebliche Einfluß der Temperatur ist auch aus folgendem Versuche zu entnehmen.

7. Temperatur zirka 727° C. 4 Stunden lang im Luftbad erhitzt.

Nach dieser Erhitzung war trotz der langen Erhitzungsdauer die Veränderung an den Linien viel geringer als nach der Erhitzung 6 oder erst recht nach der Erhitzung 3. Die Körnung war im Entstehen begriffen, die Linien weniger als im

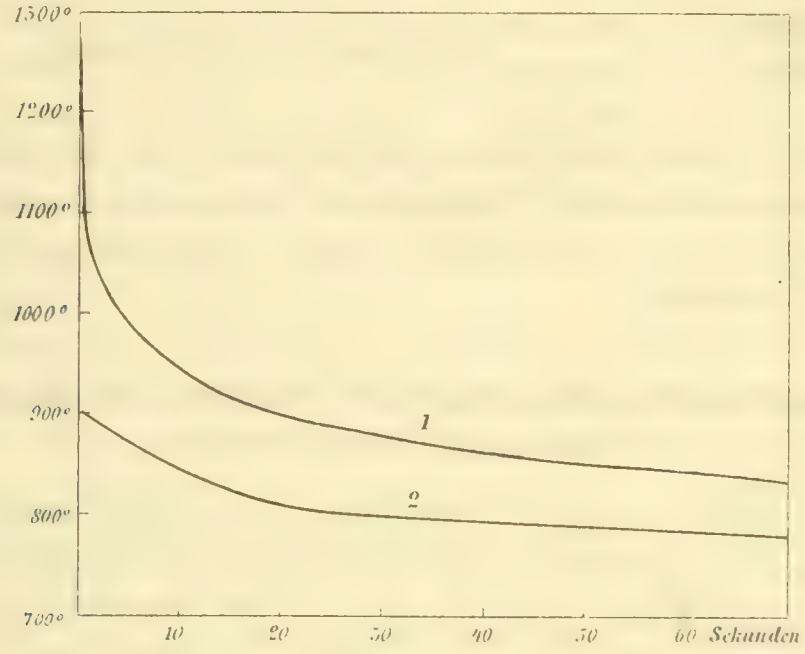


Fig. 1.

ursprünglichen Präparat und schmäler, aber noch viel deutlicher als nach der Erhitzung 6.

8. Temperatur zirka 592° C. 30 Minuten lang erhitzt. Veränderung geringfügig. An einer Stelle ist die Ätzung feiner und die Neumann'schen Linien werden hier undeutlicher.

Die Veränderungen, welche im Kamacit vor sich gehen, hängen von der Zeit und Temperatur ab. Die Temperaturen und Zeiten, bei denen die Veränderung vollständig wird, liegen auf einer Kurve, welche ungefähr den Verlauf der Kurve 1 (Fig. 1) hat. In analoger Weise können für gleiche Veränderungen des Kamacits Kurven konstruiert werden, die Zeiten und Temperaturen angeben, bei denen die Veränderung des

Kamacits um die Hälfte etc. vorgeschritten ist. Die Kurve, bei welcher die Neumann'schen Linien zur Hälfte verschwunden sind und die Körnung im Kamacit sich zu entwickeln beginnt, würde angenähert durch die Kurve 2 dargestellt werden. Die Versuchsresultate, auf Grund deren die beiden Kurven 1 und 2 (Fig. 1) entworfen wurden, sind folgende:

Temperatur	Zeit	
700°	240 Sekunden	Veränderung unvollständig
820	20 »	
900	1 Sekunde	
1100	2 Sekunden	Veränderung vollständig
1200	1 Sekunde	

Wir können annehmen, daß bei 1050° die Veränderung des Kamacits schon in 1 Sekunde vollständig wird und daß mit steigenden Temperaturen diese Zeit außerordentlich schnell abnimmt.

Die natürliche Brandzone und das Verhalten der Neumann-schen Linien in derselben.

Im Bereich der Brandzone, die ja bekanntlich ihre Entstehung der oberflächlichen Erhitzung des Meteoriten im irdischen Luftkreise verdankt, hat nur der Kamacit eine Veränderung oder gänzliche Umwandlung erfahren, die in einer von außen nach innen fortschreitenden Körnung besteht. In der Brandzone vorhandener Taenit, Schreibersit und auch vielfach Troilit sind in ihrem Bestand, wenigstens die beiden ersteren nicht nachweislich, während der atmosphärischen Erhitzung unverändert geblieben. Dagegen verschwinden bei vorgeschrittener Verwandlung des Kamacits die ihm eigenen sogenannten Neumann'schen Linien, wie dies einer von uns durch künstliche Erhitzung eines Tolucaeisens nachweisen konnte.[1] Dem Studium der Neumann'schen Linien haben Neumann, G. Rose, Tschermak, Sadebeck, Linck und Mügge

[1] F. Berwerth, Künstlicher Metabolit. Diese Sitzungsberichte, Bd. 114, Abt. I, p. 343.

eingehende Arbeit gewidmet. Die Beobachtungen der drei letztgenannten Forscher betreffen allerdings das Auftreten der Neumann'schen Linien auf Spaltflächen von künstlichem Eisen. Am meteorischen Eisen ist die Gelegenheit zur Beobachtung der Neumann'schen Linien im natürlichen Zustand auf Spaltflächen äußerst selten gegeben, wie dies z. B. auf Spaltstücken von Mount Joy in vorzüglicher Weise möglich ist. Von Linck und Mügge ist wohl endgültig festgestellt worden, daß den Neumann'schen Linien eine durch Gleitung entstandene Zwillingslamellierung nach sechs Flächenpaaren des Ikositetraeders (112) zugrunde liegt.

Zur Untersuchung des Meteoreisens dienen fast ausnahmslos polierte Schnittflächen. Auf diesen werden die Neumann'schen Linien durch Ätzung hervorgerufen. Was wir als Neumann'sche Linien beobachten, ist eine von dicht aneinandergereihten Ätznäpfchen zusammengesetzte schmale Ätzrinne, entstanden auf dem Querschnitt einer auf der Schnittfläche austretenden Zwillingslamelle. Durch schmale, zum Teile niedergeätzte, zwischen den anstoßenden Näpfchen in mikroskopischer Form stehen gebliebene Querriegel erscheint die Ätzrinne gekammert, die also nur bei makroskopischer Draufsicht als ein stetiger Ätzstreifen erscheint. Je nach der Neigung der Zwillingsblätter zur Schnittfläche ändern die Ätzlinien ihre Breite. Auch die Stärke der Säure und die Dauer der Ätzung vermögen die Breite und Tiefe der Linien zu verändern. Starke Ätzung führt dann zur Form eines wurmförmig gegliederten Kanals. Scharfe Ätzungen sind jedoch zu vermeiden, da sie viele Feinheiten des Ätzbildes zerstören. Am kräftigsten kommen die Neumann'schen Ätzlinien in großen Kamacitindividuen (Hexaedriten) heraus, während sie in den Balkenkamaciten der Oktaedrite meist eine zartere Entwicklung aufweisen. Aus diesem Grunde, auch weil sie in größerer Längsentwicklung eine bessere Übersicht gewähren, empfiehlt es sich, das Verhalten der Ätzlinien in der Brandzone um so eher in massigen Kamaciten zu beobachten. Außerdem haben ihre Brandzonen auch eine ungestörtere Ausbildung erfahren als jene in den Balkenkamaciten der Oktaedrite.

Ein typisches Muster zur Beobachtung der Umwandlung des Kamacits in der Brandzone, mit der, wie schon oben bemerkt wurde, auch die Zerstörung der Neumann'schen Linien verbunden ist, liefert uns das Meteoreisen von Avče.

In der Ausbildung der Brandzone ist von außen nach innen eine Abstufung zu erkennen, die rundum im ganzen Bande gleich bleibt und nur mit dem Wechsel der Zonendicke sich parallel verschiebt. Am Außenrand läßt sich in ganz deutlicher Ausprägung ein dünner Streifen verfolgen, in dem eine solide Körnung des Kamacits Platz gegriffen hat. An Ausbuchtungen, besonders der Brustseite, verdickt sich die Schicht, während sie an der tiefsten Einbuchtung der Rückenseite kaum noch erkennbar ist.

Aus dieser gekörnten Randschicht sind die Neumann-schen Linien vollständig verschwunden. Die Rhabdite haben bei der Umlagerung ihre frühere Lage nicht verändert. Nach innen entwickelt sich dann aus der gekörnten Zone durch Übergänge jener Zwischenzustand zwischen dem gekörnten und weniger stark veränderten Kamacit, dessen Ätzbild man als fetziges Aussehen bezeichnet hat. In diesem Zustand hat die Umwandlung des Kamacits kräftig eingesetzt, ist aber bei der betreffenden Temperatur nicht bis zur fertigen Körnung gediehen. Die von der Hitze angeregte Umwandlung schreitet nagend in den davon ergriffenen Kamacitpartien fort, zerfetzt sie an den Rändern, erzeugt bizarre Formen, ähnlich einem im Winde zerflatternden Wölkchen. Der Neukamacit ist sehr fein krystallin. Nach außen hin gewinnt diese mittlere Partie der Zone das Aussehen beginnender körniger Konsolidation, während sie gegen den Innenrand in eine gequollen aussehende Masse übergeht, ohne bestimmten Ausdruck, ein nebelhaftes Bild, aus dem wenige erhaltene Teile des Untergrundes hervortreten. Vornehmlich machen sich Teilstücke der Neumann'schen Linien geltend, die sich samt den angrenzenden Kamacitpartien erhalten haben. Die Linien sind selten in ihrer ganzen Kontinuität vorhanden, nur die Anreihung einzelner Ätznäpfchen im Verfolge einer im frischen Kamacit erhaltenen Linie macht sie als gut oder nur in Resten erhaltene Neumann-sche Linien kenntlich. Nach dem Innenrand hin verfeinert sich

die Neustruktur, größere Reflexfelder verschwinden, dagegen erkennt man noch meistens genügend deutlich Spuren der alten Fensterstruktur, wie sie von den Linien im frischen Kamacit vorgezeichnet ist. Das Umwandlungsprodukt besteht hier aus staubig feinen, in der Hauptsache auch hier aus unregelmäßigen Körnchen. Der Innenrand der Brandzone scheint makroskopisch geradlinig gegen den frischen Kamacit abzuschließen. In Wirklichkeit schreitet aber die Umwandlung auf einer unebenen Fläche vor, die ihrerseits wieder gegen den frischen Kamacit nicht schneidig scharf abgrenzt, sondern sich in schwarmartigen Körnerhäufchen in den frischen Kamacit vorschiebt und beide an der Übergangsstelle eine schmale Mischzone erzeugen. An der Grenze der Brandzone setzen die Neumann'schen Linien fast durchwegs scharf ab.

Am Rande sind die Linien förmlich abgefressen und das von der Veränderung erfaßte Stück versinkt in schleierigen Körnerhaufen. Die Linien sind jetzt noch deutlich vorhanden und weniger zerstückelt als in der mittleren Zone. Das Ende der stehen gebliebenen Linien ist nach außen gerundet, seltener spießig und auch gerade abgeschnitten. In einem normalen Durchschnitt der Brandzone kommt also die schnelle Abnahme der Temperatur von außen nach innen in der Verschiedenartigkeit der Körnung zum Ausdruck. An dem zuhöchst erhitzten Außenrand verwandelt sich der Kamacit in eine gut großgekörnte Schicht, innerhalb der die Neumann'schen Linien vollständig restlos verschwunden sind. Gegen die Mitte vermindert sich die solide Körnung und geht in die fetzige Körnung über, mit Erhaltung vieler bruchstückartiger Reste der Neumann'schen Linien, um am Innenrand mit einer feinstkörnigen Zone abzuschließen, in der die Neumann'schen Linien noch keine weitgehende Zerstörung erfahren haben. An tiefen, schwach erhitzten, grubigen Stellen sind nur die beiden inneren Zonen vorhanden und die alterierten Neumann'schen Linien treten dann ganz nahe an die Oberfläche heran. Darnach hat die niedrigste Temperatur in der Brandzone unterhalb der grubigen Einsenkungen bestanden, wo die Neumann'schen Linien unmittelbar unter der Oberfläche noch gut erhalten sind. Diese geringe Veränderung im Zustande der Neumann-

schen Linien an eingesenkten Stellen der Oberfläche ist ein weiterer Beleg dafür, daß die Daubrée'sche Piezoglyptentheorie auf irrtümlichen Voraussetzungen aufgebaut war.

Als bemerkenswert ist noch hervorzuheben, daß die verschiedenen Liniensysteme bei der Umwandlung des Kamacits sich ungleich verhalten, da ein Liniensystem früher als die anderen in der Neubildung untergeht. Oft sind gerade schmale Liniensysteme noch vorhanden, während Systeme mit breiteren Linien ganz verschwunden sind. Beobachtungen in dieser Richtung haben ergeben, daß dies verschiedene Verhalten der einzelnen Systeme mit ihrer Lage zur Oberfläche zusammenhängt. Die senkrecht zur Oberfläche gestellten Systeme verfallen der Veränderung rascher als die zu ihr geneigt oder parallel verlaufenden Liniensysteme.

Die Brandzonen in Balkenkamaciten von Fundoktaedriten lassen von den oben in massigen Kamaciten geschilderten Verhältnissen keine wesentliche Abweichung erkennen. Die präparierten Platten älterer Zeit sind aber für die hier besprochenen Beobachtungen leider wenig geeignet. Überreste von Neumann'schen Linien wurden jedoch am Innenrand der Brandzone in den Eisen von Arlington, Crow Creck, Silver Crown, Thunda und Poopo aufgefunden.

Sehr bemerkbar macht sich in den Balkenkamaciten eine Erscheinung, die in den massigen Kamaciten nicht vorkommt. In fast allen Balkenkamaciten der Oktaedrite besteht nämlich der Kamacit nicht aus einem einzigen Individuum, sondern aus einem Aggregat gleichorientierter Teile. Gegenüber der Ätzung verhalten sich die netzartig verbundenen Absonderungsflächen zwischen den Teilen ganz gleich den Neumann'schen Linien und man wird versucht, die Zerklüftung der Balken ebenfalls auf mechanische Überanstrengung zurückzuführen. In diesem Falle müßte man also erwarten, daß die Ätzlinien auf den Kluftgrenzen der Kamacitkörner ebenso wie die Neumann'schen Linien mindestens in der körnig umgewandelten Außenrandschicht des Brandzonenbandes fehlen. Dies ist aber niemals der Fall. Im ganzen Querschnitt der Brandzone, selbst in der vollkommen gekörnten Außenschicht, ist das ganze Kluftnetz in Lage und Form unversehrt erhalten, wie es vor

der Umwandlung des Kamacits vorhanden war, so daß die Neubildung gleich einer Pseudomorphose ohne alle Einbuße an Schärfe in das alte Gefüge erfolgt ist.

Da das alte Kluftnetz ohne alle Ausnahme der Auflösung durch die Erhitzung widerstanden hat und das Gerüst für die Umgestaltung abgibt, so müssen die Absonderungsflächen zwischen den Teilen des Kamacits eine Entstehung ganz anderer Art haben als die Neumann'schen Linien. Jedenfalls wird man mechanische Überanspruchung nicht als Ursache des Kluftnetzes im unveränderten Kamacit in Anspruch nehmen können. Diese Widerstandsfähigkeit der Kluftflächen beim Umwandlungsprozeß in der Brandzone bestätigt das Vorhandensein einer dünnen Schicht von Zwischenmasse auf den Kluftflächen, welche im Kluftnetz des Quesaeisens am deutlichsten beobachtet wurde und auf deren allgemeines Vorkommen im Balkenkamacit früher[1] von einem von uns hingewiesen wurde. Aus Erfahrungen an Pallasiten, wo Troilithäute die Grenzzone zwischen Olivin und Eisen bilden, könnte man auch hier Troilit als solchen oder wenigstens als Hauptbestandteil der Zwischenmasse ansprechen. Es wäre auch möglich, daß diese Zwischenmasse Taenit ist, denn wir wissen auf Grund von Versuchen, daß der Nickelüberschuß aus dem Taenit in den Kamacit erst bei Temperaturen abzudiffundieren beginnt, bei denen der Kamacit schon in sehr kurzer Zeit sich stark verändert hat.

Breite der natürlichen Brandzonen.

Die bisher bekannt gemachten Messungen über die Breite der Brandzonen (siehe Cohen, Meteoritenkunde, I, p. 72) können nicht ohneweiters als Maßstab der Oberflächenerhitzung verwendet werden. Als Unterlage zu den Messungen haben durchwegs Brandzonen an zugeschnittenen Platten gedient, an denen gewöhnlich nur eine kurze Strecke der Brandzone vorhanden war und somit die Wahl der gemessenen Stelle dem Zufall überlassen war. Beobachtungen am Eisen von Quesa haben einem von uns ergeben, daß die Breite der

[1] F. Berwerth, Das Meteoreisen von Quesa (Ann. d. naturh. Hofmus., Bd. XXII [1909], p. 333 bis 334).

Brandzone vom Oberflächenrelief des Eisens abhängig ist, indem sie sich an erhabenen Stellen der Oberfläche verdickt und an vertieften Stellen verdünnt und auf der Brustseite wieder stärker ist als auf der Rückenfläche. Für die richtige Ausmessung der Dicke der Brandzone ist daher eine Schnittfläche anzulegen, die rundum von der natürlichen Oberfläche begrenzt ist. Auf allen solchen durch den ganzen Meteoriten gelegten Schnittflächen beobachtet man an sämtlichen höckerigen oder buckeligen Stellen je nach der Stärke der Ausbuchtung eine größere oder mindere, aber stets eine Verdickung der Brandzone und an vertieften oder eingebuchteten Stellen schrumpft sie je nach der Tiefe der Grube bis unterhalb 1 *mm* zusammen. Je höher ein Buckel sich über die mittlere Erhöhung der Oberfläche erhebt, desto stärker wird er erhitzt und am Grunde einer Grube erfährt die Oberfläche eine umso geringere Erhitzung, je tiefer die Grube unter dem Niveau der mittleren Tiefenlinie liegt. Zwischen der größten und kleinsten Breite der Brandzone wird man dann je nach der Unebenheit der Oberfläche viele oder nur wenige Verdickungen oder Verdünnungen mittlerer Größe finden und die Brandzone als ein Band beobachten, das gegen die Ausbuchtung anschwillt und sich gegen die Einbuchtungen hin verdünnt. Dieser Wechsel in der Brandzonendicke läßt sich an folgenden Meteoreisen zahlenmäßig feststellen. Am Quesaeisen wurde die Brandzone mit 9 und 6 *mm* auf der Brustseite und mit 6 und 4 *mm* auf der Rückenfläche gemessen. Das Gewicht des Eisens betrug 10 *kg*. Viel genauer läßt sich der Wechsel in der Dicke der Brandzone an dem neuester Zeit bekannt gewordenen Kamacit (Hexaedrit) von Avèe verfolgen. Das Brandzonenband hat folgende Breiten in Millimetern: 4·8, 3·2, 3·0, 2·8, 2·5, 2·2, 2·0, 1·8, 1·0. Die größte Breite entspricht der stärksten Aus- und die kleinste der tiefsten Einbuchtung. Die zwischenliegenden Zahlen entsprechen flachen Aus- und Einbuchtungen der Oberfläche. Die größte Breite liegt gleichzeitig auf der Brustseite. Das Gewicht des Eisens ist 1230 *g*.

Die gleichen Breitenverhältnisse zeigt die Brandzone auf einer Platte des Kamacits (Hexaedrit) von Braunau längs einer natürlichen Kante: 2·2, 2·0, 1·8 und 1·3 *mm*. Auch hier

entsprechen die größeren Zahlen ausgebauchten und die niederen eingesenkten Oberflächenstellen. Das Gewicht des Braunaueisens beträgt 24 *kg*. Sehr stark macht sich der Unterschied in der Dicke der Brandzone auf einer Platte von Rowton geltend. An stark ausgewölbtem Rande hat die Brandzone eine Dicke von 6 *mm* und in einer tiefen Bucht schnürt sie sich auf 1·2 *mm* zusammen. Rowton wog 3·5 *kg*.

Von Mazapil ist der ganze natürliche Umfang einer Schnittfläche vorhanden. Die Dicke der Brandzone wurde gemessen mit: 9, 6, 5, 4, 3, 2·5, 2·2, 2·0, 1·8 *mm*. Das Gewicht von Mazapil betrug 4 *kg*.

An den übrigen im Falle beobachteten Eisen liegen die Bedingungen für die Messung der Breiten sehr ungünstig und können in diese Reihe nicht einbezogen werden. Auch an vielen sogenannten Fundeisen sind recht beträchtlich dicke Brandzonen erhalten. Dieselbe wurde an folgenden Stücken gemessen. An Platten von Poopo, Lonaconing und Bingera war der ganze Umfang der Brandzone vorhanden und an allen übrigen Platten waren nur Teilstrecken derselben erhalten. Die dicksten und dünnsten Stellen der Zone schwankten zwischen folgenden Zahlen in Millimetern: Arlington 6 und 0, Barrancablanca 2·5 und 0, Bingera 3 und 1·5, Crow Creek 8 und 2, Jewell Hill 6 und 1, Lonaconing 7 und 4, Merceditas 4 und 0, Nebraska 3 und 0, Nejed 2·2 bis 0·5, Poopo 8 und 1·5, Roebourne 6 und 2·5, Seneca 2 und 1, Silver Crown 5 und 1·5, Surprise Springs 7 und 2, Thunda 2·2 und 0. Diese Breitenmaße müssen als zufällige Größen angesehen werden, da uns die Dicke der Abwitterungsschichte gänzlich unbekannt ist. Das ist mit ein Grund, warum man der Aufstellung des Satzes von Cohen und Brezina, daß die Brandzonenbreite dem Gewicht des Meteoriten umgekehrt proportional sei, nicht zustimmen kann.

Zur Beobachtung der Dicke und überhaupt der Beschaffenheit der Brandzonen eignen sich am besten die Kamacite (Hexaedrite). An Oktaedriten vermögen die Taenitblätter und der Plessit die Fortpflanzung der Wärme zu beeinflussen.

Unterhalb eines an der Oberfläche und gleichzeitig am Grund einer Grube gelegenen Schreibersitkrystalls waren nicht

einmal Spuren einer Hitzewirkung sichtbar, ebenso unterhalb eines oberflächlich gelagerten Troilits.

Wählt man von den Messungen der Breite der Brandzone nur diejenigen, welche sich auf Meteorite beziehen, deren Brandzone noch vollständig erhalten ist, so erhält man folgende Tabelle:

Eisen von	Breite der Brandzone in Millimeter	Gewicht in Kilogramm	Mittlere Breite	$\frac{\text{Gewicht}}{\text{Mittlere Breite}}$
Quesa.....	9 —6	10	7·5	0·75
Avče	4·8—1·0	1·2	2·9	2·4
Mazapil	9 —1·8	4	5·4	1·4
Braunau.....	2·2—1·3	24	1·7	0·07
Rowton	6 —1·2	3·5	3·6	1·0

Wäre die Behauptung von Cohen und Brezina[1] richtig, daß die Breite der Brandzone umgekehrt proportional dem Gewicht des Meteoriten sein soll, so müßte der Quotient: Gewicht dividiert durch mittlere Breite, konstant sein. Der von Brezina vermutete Zusammenhang zwischen der Breite der Brandzone und dem Gewicht wird also durch die Erfahrung nicht bestätigt. Aber auch theoretisch ist dieser Zusammenhang nicht zu erwarten. Aus der Theorie der Wärmeleitung ergibt sich für das Eindringen der Wärme in einen kalten Körper, dessen Oberfläche auf konstanter Temperatur gehalten wird, daß die Zeiten z, bei denen dieselben Temperaturen in Punkten verschiedener Abstände b von der Oberfläche des Körpers erreicht werden, sich wie die Quadrate dieser Abstände verhalten, daß also die Beziehung: $z_1 : z_2 = b_1^2 : b_2^2$ gilt.

Wenden wir diesen Satz auf die Brandzone an und nehmen wir für die Brandrinde bei verschiedenen Meteoriten dieselbe konstante Temperatur, den Schmelzpunkt des Nickeleisens, an, welche von dem Nickelgehalt des Meteors sehr wenig beeinflußt wird, und auf der Berührungsfläche zwischen Brandzone und dem unveränderten Meteoreisen ebenfalls eine

[1] E. Cohen, Meteoritenkunde, I, p. 72 (1894).

fast konstante Temperatur, dann müssen bei verschiedenen Meteoren die Dicken der Brandzonen b sich wie die Quadratwurzeln aus den Zeiten z verhalten, während deren die konstante hohe Temperatur an der Oberfläche herrschte. Diese Zeiten werden nur wenig kürzer sein, als die Zeiten, während deren das Meteor am Himmel erglänzt. Je breiter also die Brandzone ist, um so länger hat das Meteor geleuchtet, um so schiefer ist ceteris paribus seine Bahn zum Horizont gewesen.

Versuche, die Brandzone künstlich zu erzeugen.

Sucht man die Brandzone in der Weise zu erzeugen, daß man Stücke von Kamacit von 8·0 und 10·5 *g* Gewicht 1 bis 3 Sekunden lang in ein Chlorcalciumbad von 1200° C. taucht, so hat die Veränderung des Kamacits, welche man auf einer Schnittfläche durch das Stück beobachtet, schon das ganze Stück ergriffen; der Kamacit ist dann sehr deutlich gekörnt und die Neumann'schen Linien. sind vollständig verschwunden.[1] Dieses Verfahren zur Erzeugung einer Brandzone führt nicht mit Sicherheit zum Ziel, weil die Zeit, während welcher der Kamacit zu erhitzen ist, so gering ist, daß man die richtige Zeit zur Erzeugung einer Brandzone nicht leicht trifft. Außerdem beobachtet man in der Regel bei den Kamacitstücken (von Mount Joy), daß an der Begrenzung der Schlifffläche die Ätzung viel schwächer als in der Mitte ist, so daß sogar die Neumann'schen Linien häufig nicht bis an den Rand der Schlifffläche herantraten oder in dieser Randzone undeutlicher wurden. Durch das Schleifen selbst wird also der Rand der Schlifffläche in einer Weise verändert, welche, wenn man die Erhitzungsversuche in der oben erwähnten Weise vornahm, leicht zu Verwechslungen führen könnte.

Daher wurden die Versuche in der Weise abgeändert, daß sie in jedem Falle zu einem Resultat führen mußten. Zu den Versuchen wurde ein Kamacit von Mount Joy, welcher in

[1] Bei diesen Versuchen wurde mehrmals beobachtet, daß sich beim Eintauchen des Kamacits in das geschmolzene Chlorcalcium Gasblasen entwickelten, welche über dem Chlorcalcium mit leuchtender Flamme brannten.

besonders schöner Weise die Neumann'schen Linien in drei verschiedenen Richtungen erkennen ließ, in Stäbchen geschnitten. Ein solches Stäbchen wurde dann teilweise mit feuchtem Asbestpapier umwickelt, mit einem Draht verbunden und sein freies Ende im Knallgasgebläse bis zum Schmelzen des Kamacits erhitzt. Nachdem die so behandelten Stücke poliert und 3 Minuten lang in dreiprozentiger HNO_3 geätzt waren, konnte man schon makroskopisch drei verschiedene Schichten deutlich voneinander auf ihnen unterscheiden:

1. Die geschmolzene graue Schicht von feinkörnigem Gefüge, aus der der Rhabdit als ursprünglicher verschwunden war und welche aus kleinen Polyedern, ganz ähnlich wie das technische Nickeleisen, besteht. Im Meteoreisen von Avče besteht die Brandrinde aus einem Konglomerat von Körnern der Oxyde und vereinzelten in dieser Grundmasse eingesprengten Partikeln des Eisens (siehe auch Fig. 4), die an der Grenze zwischen der Brandzone und der Brandrinde häufig die Form von dünnen Lamellen annehmen.

Auch die künstliche Brandrinde besteht aus einer gekörnten Grundmasse der Oxyde mit zahlreichen Eisenpartikeln. Die mit dem Leuchtgas-Sauerstoffgebläse am Kamacit von Mount Joy hergestellte Brandrinde enthielt erheblich mehr Eisenpartikeln als die natürliche Brandrinde des Eisens von Avče. Die natürliche Brandrinde war aber auch dicker als die künstlich hergestellte, es hatte der Oxydationsprozeß an der natürlichen Brandrinde also länger gedauert als an der künstlichen, worauf wohl der Umstand, daß die natürliche Brandrinde ärmer an metallischem Eisen ist als die künstliche, zurückzuführen ist.

2. Eine breitere Schicht, in der die zueinander senkrecht orientierten Rhabditnadeln vollständig erhalten sind, in der aber, besonders nach der Schmelzzone hin, eine ziemliche Grobkörnung aufgetreten ist; diese Körnung wurde in der Richtung von der Schmelzzone immer undeutlicher. Die Lage der Ätznäpfchen auf dieser Fläche ist ganz unregelmäßig, wodurch sich schon mit bloßem Auge diese Zone von der nächsten, unveränderten deutlich unterscheidet.

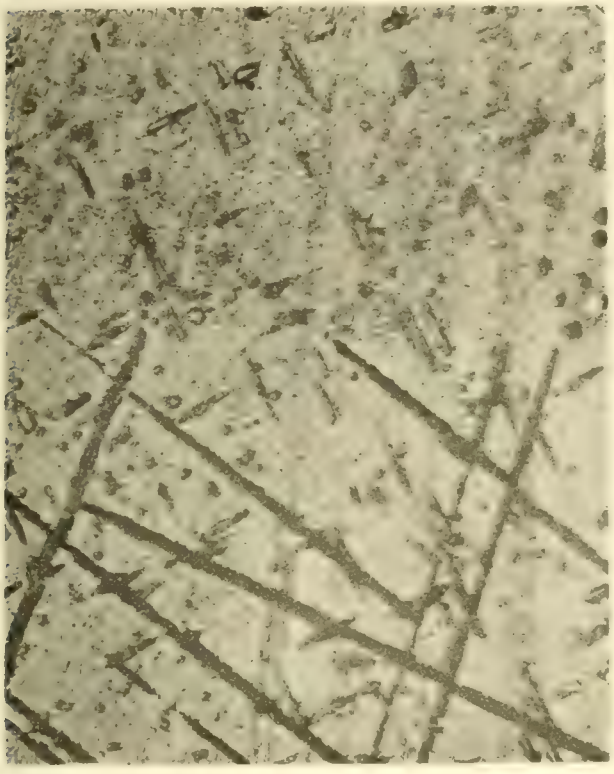
3. Auf der unveränderten Fläche sind die Neumann'schen Linien vollständig intakt erhalten und brechen an der Grenz-

fläche der unveränderten und der künstlich erzeugten Brandzone auf einer geraden Linie ab, indem sie sich beim Abbrechen zum Teil etwas zuspitzen und der ihnen entsprechende tief geätzte Kanal flacher wird. Es kommt nur sehr selten vor, daß eine besonders tief und breit geätzte Neumann'sche Linie die Gerade, welche die Enden der übrigen Neumann'schen Linien verbindet, überschreitet. Eine künstliche Brandzone kann man unter ganz ähnlichen Verhältnissen, wie die natürliche entstanden ist, erzeugen, indem man nämlich einen genügend heißen Gasstrom auf die Oberfläche des Kamacits leitet.

Die Grenze der künstlichen Brandzone und des unveränderten Kamacits ist in den Fig. 1 und 2, Taf. I, in 68facher und 24facher Vergrößerung aufgenommen. Fig. 3 gibt die Grenze der natürlichen Brandzone zum unveränderten Kamacit im Meteoreisen von Avče wieder und Fig. 4 zeigt die Grenze zwischen der Brandrinde und der Brandzone ebenfalls im Eisen von Avče.

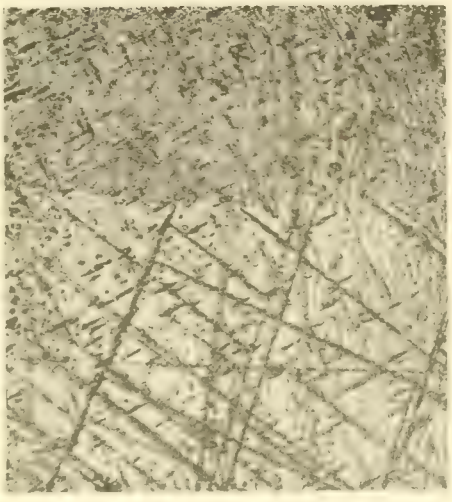
Göttingen und Wien, Oktober 1910.

Fig. 1



Vergrößerung 68 X

Fig. 2



Vergrößerung 24 X

Fig. 1 u. 2: Künstliche Brandzone am Meteoreisen v. Mt. Joy.

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 3 u. 4: Meteoreisen von Avče, Vergr. 68 X

3. Grenze zwischen Brandzone und unverändertem Kamacit.

4. Grenze zwischen der Brandrinde und der Brandzone.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Über die elektrische Leitfähigkeit und das Verhalten des Diamanten bei hohen Temperaturen

von

C. Doelter,

k. M. k. Akad.

(Mit 6 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Februar 1911.)

I. Die elektrische Leitfähigkeit bei hohen Temperaturen.

Bei Zimmertemperatur oder wenig erhöhter Temperatur ist Diamant Nichtleiter. P. Artom[1] hat den Widerstand bei 15° gemessen und als Mittel von Beobachtungen an 30 verschiedenen Steinen Werte für W zwischen $1{\cdot}183177 \times 10^{12}$ und $0{\cdot}1280370 \times 10^{12}$ gefunden; das ist der Widerstand des gewöhnlichen Glases.

Für Graphit existieren zahlreiche Untersuchungen, aus denen hervorgeht, daß der Widerstand sehr gering ist; so bestimmte Muroaka den Widerstand für 1 cm^3 zu

$$\Omega = 0{\cdot}00122\,(1 - 0{\cdot}000739\,\Theta + 0{\cdot}000000273\,\Theta^2).$$

J. Königsberger[2] hat aus Messungen von O. Reichenhein den Widerstand durch die Formel

$$\Omega = 0{\cdot}00295\,(1 + 0{\cdot}00278\,\Theta - 0{\cdot}00000865\,\Theta^2)$$

ausgedrückt. Trotzdem nun der Widerstand wie bei Metallen sehr klein ist, verhält sich Graphit doch nicht ganz wie ein

[1] Atti R. Acc. Torino, *37*, 475 (1902).

[2] Jahrb. d. Radioaktivität etc., *4*, 186 (1907).

Metall, denn der Widerstand nimmt mit der Temperatur ab; von $\Theta = -185°$ bis $\Theta = +191°$ nahm der Widerstand von 0·00428 Ω bis 0·00220 Ω ab.

Ein Eingehen auf dieses Thema ist jedoch hier nicht am Platze.

Es war nun von Wichtigkeit, auch für Diamant die Elektrizitätsleitung bei hohen Temperaturen zu messen. Ich habe dabei dieselbe Methode angewendet wie bei meinen früheren Messungen,[1] auch hier Platinelektroden gebraucht und den Widerstand vermittels der Wheatstone'schen Brücke gemessen. Wegen des schwierig zu erhaltenden Kontaktes ist eine Messung erst von 800° an möglich, da eben die Methode nur für die Bestimmung des Widerstandes bei hohen Temperaturen besonders geeignet ist.

Die Versuche wurden teilweise in einer Stickstoffatmosphäre, teilweise in einer Wasserstoffatmosphäre im Heraeusofen ausgeführt, wobei sich der Diamant in einem Porzellan- oder Quarzrohr, welches in den Ofen eingeführt wird, befand; das Rohr ragt genügend aus dem Ofen heraus und wird durch vergipste Korke verschlossen; das Gas wird durch Schwefelsäure getrocknet.

Für Stickstoffentwicklung wurde der in Bomben verkäufliche Stickstoff verwandt, der zuerst durch Kupfer geleitet wird, um den Sauerstoff abzugeben; freilich erhält man nicht mit Sicherheit ganz reinen Stickstoff.

Wasserstoff wurde aus Zink und Schwefelsäure dargestellt.

Als Elektroden dienen Platinelektroden, welche aus dem Ofen herausragen und mit der Wheatstone'schen Brücke verbunden sind.[2]

Die Zahlen, welche ich beim Erhitzen im Stickstoffstrom fand, sind in folgender Tabelle angeführt, doch ist zu bemerken, daß die Temperaturzahlen um zirka 20° zu hoch sind, da das Thermoelement an der Außenseite des Quarzrohres angebracht war.

[1] Diese Sitzungsber., *119*, 49 (1910).

[2] Vgl. C. Doelter, diese Sitzungsber., *119*, 49 (1910).

Zeit t	Temperatur ϑ	Widerstand in Ω
$4^h\ 20^m$	880°	490.000
—	930	240.000
4 35	980	115.000
4 45	1030	70.000
4 55	1080	35.200
5 15	1130	10.400
5 20	1180	5.240
5 40	1240	3.300
5 —	1120	19.400
5 50	1070	25.700
6 —	980	54.500

Die Platte hatte eine Fläche von 0·6 cm^2 und eine Dicke von 0·95 *mm*.

Diese Zahlen sind aber nur von geringem Werte, da es sich zeigte, daß die Platte angegriffen worden war, wahrscheinlich infolge eines kleinen Sauerstoffgehaltes; sie war zwar nicht dünner geworden, aber der Fläche nach kleiner und korrodiert; jedenfalls geht aus dem Versuch hervor, daß der Widerstand mit der Temperatur bedeutend abnimmt.

Der zweite Versuch wurde in Wasserstoffgas ausgeführt und war nach dem Versuch konstatiert worden, daß die Fläche sich nicht verringert hatte. Nur am Rande der Platte war eine kleine Korrosion eingetreten (vgl. p. 53). Die Dicke der Platte betrug 0·71 *mm*, die Fläche 0·084 cm^2.

ϑ	W (beobachtet)	W_1 (umgerechnet)	Anmerkung
950° C.	490.000 Ω	58.800 Ω	Um den Widerstand eines Kubikzentimeters zu erhalten, sind die Zahlen W_1 mit 10 zu multiplizieren.
1000	323.000	38.800	
1050	240.000	28.800	
1100	95.000	11.400	
1150	12.200	1.460	
1200	4.800	580	
1220	3.100	370	
1240	2.660	320	
1260	7.750	930	
1270	6.260	780	
1280	5.380	650	
1290	4.930	590	

ϑ	W (beobachtet)	W_1 (umgerechnet)	Anmerkung
		Abkühlung	
1260° C.	5.050 Ω	610 Ω	
1220	6.670	800	
1100	105.000	12.600	
1050	∞	∞	

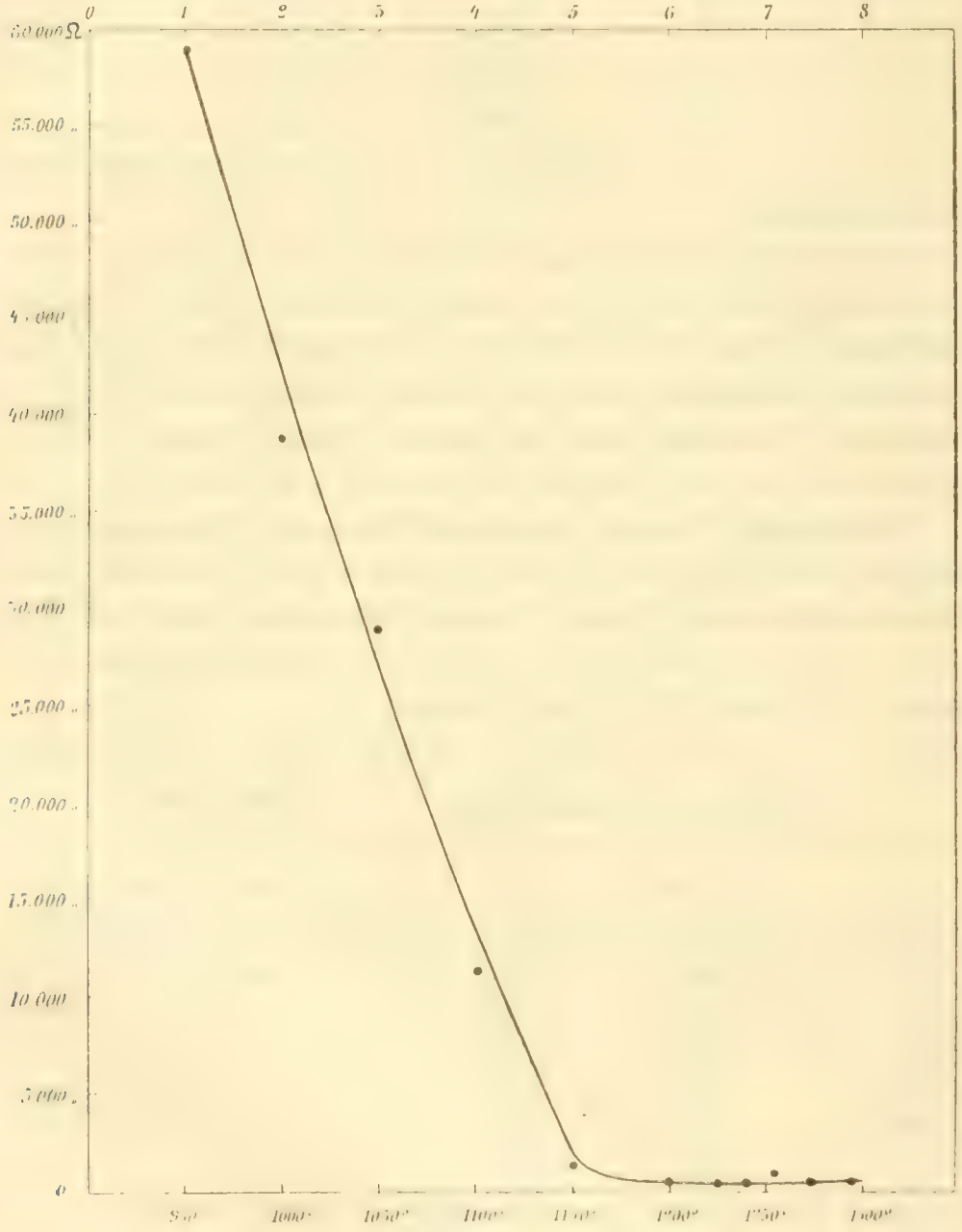


Fig. 1.

Der Versuch wurde zweimal wiederholt, doch war das erste Mal durch einen kleinen Unfall die Messung weniger genau. In der Tabelle sind W der beobachtete Widerstand, W_1 der auf eine Platte von 1 cm^2 und 1 mm Dicke umgerechnete Widerstand.

Die Kurve fällt wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, mit steigender Temperatur, und zwar ganz regelmäßig bis 1240°; bei

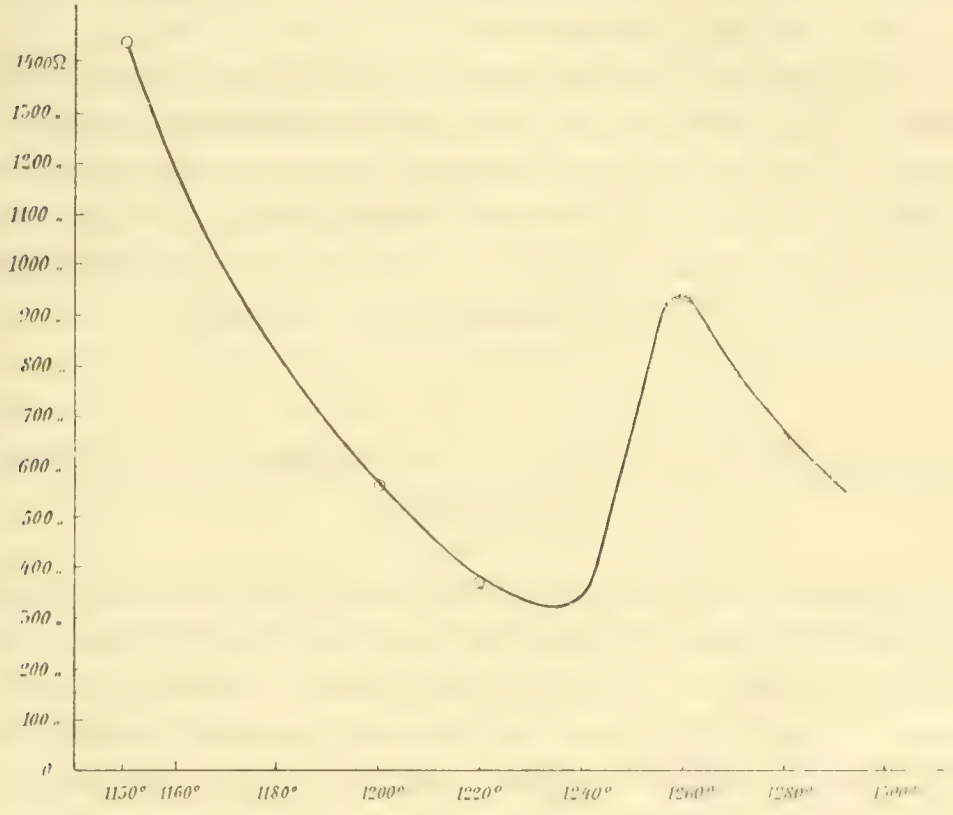


Fig. 2.

1260° wurde eine ganz beträchtliche Erhöhung beobachtet, jedoch fällt der Widerstand gleich wieder, hatte aber bei 1290° noch immer einen höheren Wert. Ein Grund für dieses Verhalten ist nicht ersichtlich, da die Platte, wie sich nach dem Herausnehmen ergab, nicht angegriffen oder umgewandelt war, nur die Kanten waren dunkel geworden und am Rande war eine ganz unbedeutende Ätzung an einer Stelle zu beobachten; es kann dies übrigens nicht mit der Erhöhung des Widerstandes zusammenhängen. Das Verhalten erinnert an das des Quarzes, welcher bis 700° ein Minimum zeigt, dann wieder eine Vergrößerung des Widerstandes und

schließlich wieder ein allmähliches Abfallen; bei diesem Mineral ist das durch Einschlüsse von Natriumsilikat, welches dissoziiert wird, erklärlich. Ob hier die eigentümliche Erhöhung in der Natur des Diamanten selbst liegt oder etwa durch den Wasserstoff verursacht ist, welcher auf den Platinelektroden okludiert wird, läßt sich nicht entscheiden. Fig. 2 gibt im vergrößerten Maßstabe die Änderung des Widerstandes zwischen 1200° und 1290°. Bei der Abkühlung tritt regelmäßiges Anwachsen des Widerstandes ein.

Trotzdem die Leitfähigkeit mit der Temperatur bedeutend zunimmt, wird man doch nicht den Diamant zu den elektrolytisch leitenden Körpern rechnen, sondern zu den metallisch leitenden, da ja das Verhalten der Leitfähigkeit bei hoher Temperatur nicht beweisend ist für elektrolytische Leitfähigkeit (vgl. C. Doelter, Elektrizitätsleitung in Krystallen).[1]

II. Über die Umwandlung des Diamanten bei hoher Temperatur.

Es ist eine in alle Lehrbücher übergegangene Angabe, daß Diamant bei hoher Temperatur sich in Graphit verwandelt. Beim Studium der einschlägigen Literatur findet man jedoch kaum vollwertige Beweise für diese Behauptung, obgleich sie ja unseren Anschauungen über den Dimorphismus des Kohlenstoffes, für welchen Graphit die bei hohen Temperaturen stabile Modifikation ist, entspricht.

Es ist auch die Behauptung aufgestellt worden, daß der im Meteoreisen vorkommende Cliftonit eine Paramorphose von Graphit nach Diamant sei,[2] während Haidinger eine ähnliche Pseudomorphose als solche von Graphit nach Schwefelkies deutete.

Nach Betrachtung der betreffenden Stücke kann ich nur sagen, daß mir kein einziger Grund dafür zu sprechen scheint, den Cliftonit als Pseudomorphose nach Diamant anzusehen.

[1] L. c.

[2] A. Brezina, Annalen des naturh. Hofmus. Wien, *4*, 102 (1889).

Versuche über das Verhalten des Diamanten bei hohen Temperaturen liegen in großer Menge vor, aber die Resultate stimmen nicht nur untereinander nicht überein, sondern widersprechen sich sogar. Wir wollen uns mit der wichtigsten Frage beschäftigen, ob bei hohen Temperaturen eine molekulare Umwandlung des Diamanten in Graphit stattfindet oder ob die beobachtete Schwärzung anderen Ursachen ihre Entstehung verdankt. Daß in vielen Fällen eine solche Schwärzung eintritt, dürfte genügend sichergestellt sein.

Schwärzung des Diamanten ist schon vor langer Zeit beobachtet worden. So ließ Franz I. im Jahre 1751 einen Diamanten mittels eines Brennspiegels teilweise verbrennen, wobei der Rest des Diamanten sich außen und innen schwarz gefärbt hatte.[1]

Auch Guyton de Morveau[2] hat 1799 einen Diamant vermittels des Brennspiegels verbrannt; in dem ersten Augenblick soll der Diamant schwarz geworden sein.

Fourcroy[3] erzählt, daß im Jahre 1782 Diamanten in Kapellen unter Muffeln verbrannt wurden und als der Versuch unterbrochen wurde, »rußartig« geschwärzt waren.

Dann existieren Versuche von Murray, Macquer, Silliman, Clarke, welche über eine ähnliche Schwärzung berichten. Diese Versuche sind bereits in Gmelin's Handbuch der Chemie, 1843, erwähnt.

Jacquelain[4] beobachtete, daß der Diamant sich im Lichtbogen in eine schwarze, sehr harte, coaksähnliche Substanz verwandelt, deren Dichte 2·6778 war; er glaubt, daß der Diamant geschmolzen war. Das niedere spezifische Gewicht spricht für eine, wenn auch nicht vollständige Umwandlung in Kohle oder Graphit; dagegen wurde beim Verbrennen im Knallgasgebläse Diamant nicht geschwärzt.

Morren[5] schob Diamanten in einem kleinen Schiffchen in eine Platinröhre, durch welche Leuchtgas strich, und erhitzte

[1] A. v. Schrötter, diese Sitzungsber., *63*, 465 (1871).

[2] Nach A. Petzhold, Naturgeschichte des Diamants, Dresden 1842, 14.

[3] Nach Petzhold.

[4] Ann. d. Chim. et Phys., 3, *20*, 468 (1847).

[5] C. R., *70*, 992 (1870).

auf Weißglut. Die Diamanten waren an der Oberfläche geschwärzt, beim Erhitzen derselben auf Platinblech verschwand jedoch diese Schwärzung. Übrigens schwärzt, wie ich fand, Leuchtgas auch viele andere Mineralien.

G. Rose[1] hat mit W. Siemens Diamanten bei Abschluß der Luft erhitzt und erhielt bei der Schmelztemperatur des Roheisens keine Veränderung, bei jener des Stabeisens war Schwärzung beobachtet worden, es war aber nur eine »haardicke Schichte« an der Oberfläche, die abfärbend war.

Bei der Erhitzung unter Zutritt der Luft in einer Muffel fand G. Rose keine Schwärzung, ebensowenig wie bei der Verbrennung vor dem Lötrohr.

Bei der Verbrennung erhielt er regelmäßige dreieckige Ätzfiguren, die dem Oktaeder entsprechen.

G. Rose glaubt, daß die Schwärzung durch Umwandlung in Graphit hervorgebracht sei, hat jedoch keine nähere Untersuchung der Substanz vorgenommen.

A. v. Schrötter[2] hat, durch die Mitteilung von Morren veranlaßt, mehrere Versuche ausgeführt. Ein Diamant wurde in einem hessischen Tiegel, mit Magnesia gefüllt, in einem zweiten Tiegel mit Graphit umgeben und in einem Porzellanofen erhitzt; er war unverbrannt und ohne die geringste Schwärzung geblieben. In einem anderen Falle war der Diamant in Platinblech eingewickelt; das Platin schmolz, der Diamant zeigte im Innern schwarze Streifen wie Dendriten und war auch oberflächlich geschwärzt (vgl. p. 58).

Schrötter glaubt, daß sich hier Ruß gebildet hatte; das Platin hatte Kohlenstoff aufgenommen. Der Diamant hatte aber seine Dichte nicht geändert, es ist also keine Umwandlung eingetreten.

W. Luzi[3] hat den schwarzen Stoff, welcher bei der Erhitzung des Diamanten sich bildet, untersucht; er konstatierte, daß es kein Graphit war, da er die charakteristische Graphitreaktion nicht gab.

[1] Monatsber. Berliner Akad., 1872, 685.

[2] Diese Sitzungsber., *63*, 464 (1872).

[3] Berichte der Deutschen chem. Ges., *25* (1892).

H. Moissan ist der erste, welcher die Angabe, daß Graphit sich bildet, einigermaßen unterstützt. Er verbrannte im Lichtbogen Diamant und erhielt Graphitblättchen; es ist jedoch meiner Ansicht nach auch möglich, daß sich der Graphit nicht direkt umgewandelt, sondern auch neu gebildet habe.

»Bei zahlreichen Versuchen«, sagt H. Moissan,[1] »hatte ich Gelegenheit, rohe oder geschliffene Diamanten, umgeben von einer Kohlenmuffe, bis nahe 2000° in dem Sauerstoffgebläse zu erhitzen. Unter diesen Umständen bedeckte sich Diamant manchmal mit einer schwarzen anhaftenden Schichte, welche langsam in dem Gemenge von Kaliumchlorat und Salpetersäure verschwindet. Graphit habe ich nie erhalten.«

M. Bertholet[2] konstatierte bei ähnlichen Versuchen Umwandlung in Kohle.

Ch. A. Parsons und Alan A. Campbell Swinton[3] haben einen Diamanten in den Brennpunkt eines Kathodenstrahlenbüschels gelegt, wobei er sich in Coaks verwandelte; die Temperatur wurde mit dem optischen Pyrometer zu 1890° bestimmt; sie bemerken, daß sich sehr viel Gase entwickelten und daß der Diamant sich stark aufblähte. Leider wurde das Umwandlungsprodukt nicht untersucht.

Den auf Befehl Kaisers Franz I. in Florenz teilweise verbrannten Diamanten, der im Naturhistorischen Hofmuseum in Wien erliegt, konnte ich genauer betrachten, ebenso wie die zwei, welche A. v. Schrötter 1871 zu seinen Experimenten dienten. Am meisten angegriffen war der ziemlich große Stein, der 1751 erhitzt wurde, trotzdem zeigt er noch einen Teil der Schlifflächen und die scharfen Kanten. Das Aussehen des Steines ist dunkelgrau mit Spur von gelblichem Stich. Die unversehrten Flächen zeigen einen etwas matten, metallartigen Glanz, von dem des geschliffenen Diamanten abweichend, sie

---

[1] Der elektrische Ofen, 146 (Berlin 1897).

[2] Ann. chim. et phys., *29*, 441 (1903).

[3] Proc. Roy. Soc., *80*, A. 184 (1907).

sind nicht mit einer schwarzen Schicht bedeckt, wie man auf den ersten Blick glauben könnte.

Der angegriffene Teil ist konkav, es haben sich größere oder kleinere dunkle Vertiefungen gebildet, die schwarz sind, aber offenbar nur an der Oberfläche; auch erheben sich kleine Bläschen auf der dunklen Oberfläche; auch hier ist eine eigentliche stärkere Umwandlung nicht zu sehen, namentlich im Innern nicht.

Die Steine, welche v. Schrötter behandelte, sind ähnlich, aber viel weniger dunkel, mehr hellgrau mit gelblichem Stich; auch hier ist ein großer Teil der Schlifflächen sehr gut erhalten, an einzelnen Stellen sind dunkle Vertiefungen, manchmal sieht man kleine Bläschen; eine Umwandlung in Graphit liegt nicht vor und ist die Korrosion nur ganz oberflächlich eingetreten.

Fig. 3.

Ferner enthält die Schale, in welcher die eben beschriebenen Diamanten enthalten sind, noch zehn kleine geschliffene Steine, die nach dem alten Katalog des Museums gleichzeitig mit dem erstgenannten großen in Florenz mit dem Brennspiegel behandelt wurden.

Dieselben waren matt geworden, graugelb bis milchweiß, aber nicht schwarz; sie haben keine stark glänzenden Flächen, auf ihnen erscheinen kleine Löcher. Einer derselben zeigt eine Art Faserstruktur und außen ist er ganz ausgefranst, dem Anschein nach brüchig; er zeigt eine radialfaserige Struktur. Sein spezifisches Gewicht entspricht ungefähr dem des Diamanten, er scheint an Konsistenz sehr verloren zu haben (Fig. 3).

Alle diese Steine zeigen, daß eine Umwandlung in Graphit in diesen Fällen nicht stattgefunden hat.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß eine wirkliche Graphitbildung nur in dem Falle der Erhitzung im Lichtbogen konstatiert wurde (p. 57), wobei aber die Möglichkeit vorliegt,

daß bei unvollkommener Verbrennung eine Neubildung von Graphit entstand. Bei den übrigen Versuchen fehlt irgendein Beweis für die Ansicht, daß Graphit vorliegt; übrigens hat eine große Zahl der erwähnten Beobachter sich für amorphe Kohle, als dem bei der Umwandlung erzeugten Stoff, entschieden.

Vor kurzem haben W. Vogel und G. Tammann[1] mehrere sehr interessante Versuche ausgeführt, wobei zum ersten Mal auch die Temperaturen bestimmt wurden.

W. Vogel und G. Tammann erhitzten Diamant während 5 Minuten auf 1500° im Magnesiarohr und erhielten eine geringe Schwärzung; als sie durch 40 Minuten bis 1700° erhitzten, war der größte Teil des Diamanten in Graphit umgewandelt, wahrscheinlich war die Atmosphäre nicht frei von Sauerstoff gewesen.

Als sie, um den Abschluß von Luft und Kohlensäure zu bewirken, ein Stück Diamant in einem der Verbindung $CaSiO_3$ entsprechenden Gemisch von Kalk und Sand im Kohlenrohr einbetteten und 5 Minuten auf 1600° erhitzten, war der Diamant äußerlich geschwärzt. Vogel und Tammann halten das Umwandlungsprodukt für Graphit, doch wurde es nicht näher untersucht (vgl. p. 67).

Um den Diamanten längere Zeit bei 1200° zu erhalten, wurde er in ein glasiertes Porzellanröhrchen von 2 *mm* Durchmesser eingeschmolzen. Nach 24 Stunden war der Diamant an der Oberfläche mit einer graphitähnlichen Substanz bedeckt; die erhaltenen Figuren sind den von G. Rose[2] erhaltenen Ätzfiguren sehr ähnlich, es sind dreieckige Figuren wie jene.

In einem anderen Falle war schon bei 1000°, auf welche Temperatur 24 Stunden lang erhitzt worden war, eine sehr geringe Schwärzung eingetreten, die nach 96 Stunden sich nicht vergrößert hatte; ein zweiter Diamant blieb unversehrt.

Vogel und Tammann haben aber nicht wie Jacquelain, Moissan und Luzi eine vollständige Untersuchung

[1] Zeitsch. für physik. Chemie, *69*, 600 (1910).

[2] Monatsber. Berliner Akad., 1872, 685.

des schwarzen Stoffes vorgenommen; auch wäre es notwendig gewesen, das spezifische Gewicht bei dem Versuch im Magnesiarohr festzustellen, um schließen zu können, ob die Veränderung eine weitgehende war oder nur eine oberflächliche wie bei den anderen Versuchen; nach ihren Berichten zu urteilen, scheint es sich in mehreren Fällen vielleicht nur um Korrosionen zu handeln, in manchen um weitergehenden Angriff.

Eigene Versuche. Ich habe seit zwei Jahren eine große Anzahl von Versuchen ausgeführt, um die Umwandlung von Diamant in Graphit zu beobachten und dabei teils rasche Temperatursteigerung wie auch langsame eintreten lassen und teils stundenlang, teils nur kurz erhitzt, um zu beobachten, ob dies einen Einfluß habe.

Da bei Luftzutritt Korrosion, eventuell Verbrennung stattfindet, so war ich bestrebt, den Diamanten möglichst vor Luftzutritt zu schützen, was dadurch erreichbar ist, daß man den Versuch in Gasen ausführt, die die Verbrennung verhindern, oder ihn mit Substanzen umgibt, die denselben Zweck erreichen.

Dabei kommt aber die zweite Schwierigkeit, welche darin besteht, daß ein Teil dieser Stoffe Diamant angreift. Ich will zuerst das Verhalten des Diamanten in Gasen besprechen. Zur Untersuchung eignet sich besonders Wasserstoff, auch Stickstoff, allerdings nur, wenn er rein ist; sobald er aber Spuren von Sauerstoff enthält, wird der Diamant bei hohen Temperaturen angegriffen; in Kohlensäure wird er stark angegriffen.

Kohlensäure. Bereits Jacquelain und A. H. v. Baumhauer[1] haben beobachtet, daß Diamant von Kohlensäure angegriffen wird. Letzterer glaubt an eine Reduktion von Kohlendioxyd; in der Tat haben wir die Formel:

$$CO_2 + C = 2\,CO.$$

Die Reaktion ist reversibel (vgl. die Arbeiten von R. Schenck und Heller[2]).

[1] Ann. der Physik, (3), 1, 173 (1877).

[2] Berl. chem. Ber., *38*, 4027 (1905).

Meiner Ansicht nach liegt vielleicht auch eine Dissoziation des Kohlendioxyds vor, bei welcher sich etwas Sauerstoff bildete, welcher den Diamanten angriff. Das Verhalten wurde sowohl bei Bruchstücken von Diamant in einer im Heraeusofen bei 1350° erhitzten Röhre beobachtet, bei welchem Versuch der Diamant fast vollkommen verbrannte, als auch unter dem Heizmikroskop; hier ließ sich sehr gut beobachten, wie die einzelnen Diamantbruchstücke sich rundeten und kleiner wurden. Nach dem Versuch wurden die Bruchstücke, die übrig geblieben waren, unverändert befunden; sie sind jedoch kleiner geworden. Der Verbrennungsprozeß geht so vor, daß die Umrisse der Steine sich parallel verschieben und bei Beibehaltung der äußeren Form kleiner werden. Irgendwelche andere Erscheinungen, wie Schwärzung, wurden nicht wahrgenommen. Die Höchsttemperatur war 1250° gewesen.

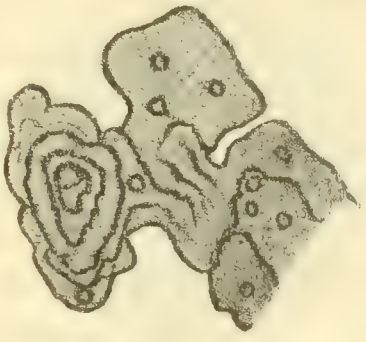


Fig. 4.

Im Wasserstoffstrom wurden mehrere Versuche ausgeführt, bei welchen Temperaturen zwischen 1300° bis 1550° durch mehrere Stunden eingehalten wurden. Die Versuche wurden im Heraeusofen ausgeführt, in einem Porzellan- oder Quarzrohr, welches in die Heizröhre eingeschoben wird. Der Diamant wurde auf eine Unterlage von Kohle oder auch Thoriumoxyd gelegt. Es erfolgte nur eine ganz unbedeutende Bräunung und keine Spur von Graphitbildung, was zeigt, daß Diamant bis 1550° existenzfähig ist.

Jene Diamantplatte, welche bei der Untersuchung der Leitfähigkeit gedient hatte, war nur auf der Querseite an den Rändern schwach korrodiert, während die Platte auf der Längsfläche unverändert war. Fig. 4 zeigt diese dunklen Ätzfiguren am Rande der Platte in starker Vergrößerung.

Graphit lag jedoch nicht vor, da die Untersuchung mit dem Staudenmaier'schen Oxydationsgemenge (siehe E. Donath[1]

[1] Der Graphit. Wien 1905, 15.

sowie auch H. Moissan[1]) keine Graphitreaktion ergab; die Korrosionsflächen wurden jedoch durch Glühen viel heller. Zu erwähnen ist auch, daß der Kaolintrog, in welchem die Platte mit den Platinelektroden gelegen war, auch geschwärzt war, vielleicht daß sich aus der Korksubstanz eine gasförmige Kohlenstoffverbindung bildete.

Im CO-Strom erfolgte bei 1280° Schwärzung und schwache Korrosion, die Untersuchung ergab, daß es sich um einen Überzug von Kohle handelte.

Im Stickstoffstrom wurde in einem Fall über 1300° keine Veränderung beobachtet, in dem p. 29 erwähnten trat jedoch teilweise Verbrennung ein, wahrscheinlich weil der Stickstoff doch etwas Sauerstoff enthielt, daher auch dunkle Korrosionsgruben sich bildeten.

In Chlorstrom war bis 1200° keine Veränderung sichtbar.

Es ist nicht möglich, den Diamant in Gasen viel über 1550° zu erhitzen, da die Rohre entweder weich oder wenigstens durchlässig werden.

Für höhere Temperaturen verwendete ich den im Mineralogischen Institute befindlichen, nach dem System von Nernst und Tammann konstruierten Kohlerohrofen, welcher eine Leistung von 22 Kilowatt zuläßt und Temperaturen weit über 2500° gibt. Doch ist es schwer, die richtige Unterlage für den Diamanten zu finden. Ich bettete diesen entweder in Zuckerkohle oder Thoriumoxyd oder Magnesia; Silikate sind zu vermeiden, da sich Silicide und Carbide bilden müssen.

In mehreren Fällen war Diamant, von Zuckerkohle umgeben, zwischen Graphitzylindern eingebettet und im Kohleofen auf eine noch über 2000° betragende Temperatur gebracht worden, wobei die Diamantbruchstücke ganz unversehrt, was ihre Farbe und ihren Glanz anbelangt, geblieben waren und keinerlei Umwandlung oder Schwärzung zu beobachten war. Die Erhitzung hatte 6 bis 12 Minuten gedauert. In anderen Fällen, bei etwas längerem Erhitzen, war leichte Bräunung eingetreten.

[1] Der elektrische Ofen. Berlin 1897, 65.

Einige der wichtigsten Versuche sollen ausführlicher beschrieben werden. 1. Es wurde eine kleine Diamantplatte, aus einem hellbräunlichen Kapdiamanten geschnitten, verwendet. Der Diamant war in Magnesia eingebettet und das Ganze in eine entsprechende Grube eines genau in den Ofen passenden Graphitblockes gebracht und noch mit Zuckerkohlenpulver verschüttet; als Deckel diente ein zweiter Graphitzylinder. Die Temperatur war zwischen 2000 und 2300°; Korund, Zirkon waren geschmolzen, geglühte Magnesia stark gefrittet. Die Erhitzung dauerte 12 Minuten.

Der Diamant war ganz schwarz wie ein Carbonado und lag die Möglichkeit, daß er sich in Graphit umgewandelt hatte, vor; die Untersuchung ergab aber, daß es eher eine kohlenähnliche Substanz war. Es wurde aber konstatiert, daß die Umwandlung keine tiefgehende ist.

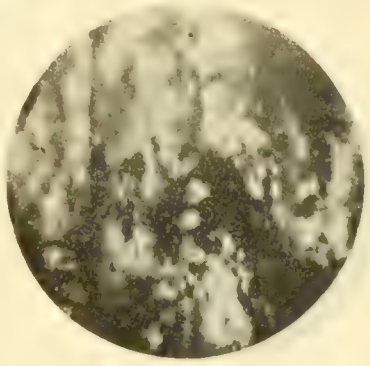


Fig. 5.

Um darüber Gewißheit zu erhalten, wurde das spezifische Gewicht annähernd in Jodmethylen bestimmt; da er in dieser Flüssigkeit mit $\delta = 3 \cdot 3$ untersinkt, so liegt also kein Graphit vor, sondern nur ein geschwärzter Diamant. Dieser wurde nun nach der Brodie-Staudenmaier'schen Reaktion auf Graphit untersucht, indem er mit einem Oxydationsgemenge von Kaliumchlorat, Salpetersäure und Schwefelsäure durch 24 Stunden wiederholt behandelt wurde. Die Gelbfärbung, welche durch Entstehung von Graphitsäure sich kund gibt, blieb aus, dagegen war der Diamant bedeutend heller geworden. Seine Härte war dieselbe geblieben.

Als die Platte auf beginnende Rotglut erhitzt wurde, verschwand die Dunkelfärbung nicht ganz, aber teilweise; es blieben nur dunkle Vertiefungen, durch Korrosion entstanden, zurück (Fig. 5).

2. Derselbe Versuch wurde mit einer anderen Platte, die, in ähnlicher Weise geschützt, jedoch nur mit Zuckerkohle um-

geben war, ausgeführt. Es wurde durch 30 Minuten erhitzt, unter Anwendung von 1000 Ampere, wobei eine im Rohre befindliche kleine Menge von Magnesia usta zur Kugel geschmolzen war; die Temperatur war daher auf mindestens 2200° gewesen, wohl viel höher.

Das Resultat war ein ganz ähnliches wie bei dem vorigen Versuche, die Diamantplatte war schwarz geworden; unter dem Mikroskop kann man deutlich sehen, daß es nur ein feiner schwarzer Anflug ist, besonders an den Rändern ist das bemerkbar. Durch Abreiben wird der glänzende Diamant sichtbar; eine Umwandlung ist nicht eingetreten.

Dr. E. Dittler behandelte die Platte mit dem Staudenmaier'schen Oxydationsgemenge und fand keine Graphitreaktion. Beim gelinden Glühen verbrannte der schwarze Anflug, es war nur Kohle gewesen, die aber nicht aus dem Diamant stammt, ebensowenig wie in dem früheren Falle, sondern entweder aus der Kohle, die als Schutzmittel diente, oder aus dem Kohlenrohr. Härte und Dichte des Diamanten verblieben annähernd gleich (eine ganz genaue Untersuchung auf die zweite Dezimale war nicht möglich); nach dem Glühen war der Diamant glänzend wie zuvor, er war doppeltbrechend geworden und zeigte Streifungssysteme wie Leucit (siehe Fig. 6).

Fig. 6.

3. Dieselbe Diamantplatte wurde nochmals, dieses Mal zwischen zwei Platten von geglühter Magnesia (von den Magnesiatiegeln der Berliner Porzellanmanufaktur stammend) gelegt und zwischen zwei Graphitzylindern eingepreßt, doch ohne direkte Berührung mit diesen. Der Versuch, bei dem Temperaturen zwischen 1500 bis zirka 2400° herrschten, dauerte **40 Minuten.** Die Platte war wieder oberflächlich durch Anflug geschwärzt. Dr. Dittler wies nach, daß sie schwerer ist als Jodmethylen von 3·3 und daß nach kurzem Glühen auf Platinblech der schwarze Anflug verschwunden war; es war Kohle, die wie bei allen früheren derartigen Versuchen

sich neu gebildet hatte oder aus dem Kohleofen stammte. Ein Dünnerwerden der Platte war nicht zu bemerken.

4. Es wurden zwei Diamantplatten übereinander gelegt und diese, in Kohle eingebettet, zwischen zwei Graphitzylinder gelegt. Das ganze wird auf die im Kohleofen mögliche Höchsttemperatur, die über 2500° geschätzt wird, durch zirka 20 Minuten erhitzt; es scheint aber, daß der Verschluß kein vollständiger war, denn die Platten waren zum größten Teile verbrannt, der kleine Rest war schwarz wie Kohle, er hatte noch die Härte des Diamanten. Möglicherweise ist hier ein Teil des Diamanten zu Kohle umgewandelt worden; daß es Kohle und kein Graphit war, wird dadurch bewiesen, daß bei gelindem Glühen dieser schwarze Körper verbrennt, es erfolgte mit dem Oxydationsgemenge keine Graphitreaktion.

Von Wichtigkeit waren auch mehrere Versuche im elektrischen Lichtbogenofen. Auch hier diente Kohle als Schutzmittel. Der Diamant war so befestigt, daß er in einem Zylinder aus Graphit eingegraben wurde und ein Deckel aus Graphit aufgelegt war. Das Ganze wurde im Moissanofen zwischen die Kohlenstifte eingelegt.

Im übrigen war die Vorrichtung so wie sie Moissan bei seinen Untersuchungen verwendete. Die Versuche dauerten nur ganz kurz, 6 bis 10 Minuten, da sonst der Diamant verbrannt wäre, und ergaben keine Umwandlung des Diamanten in Graphit, trotz der enormen Temperatur, sondern nur Bräunung.

Schmelzpunkt des Diamanten. Aus theoretischen Gründen wird angenommen, daß Diamant einen geringeren Schmelzpunkt hat als Graphit, was auch wegen der Umwandlung Diamant → Graphit erklärlich erscheint. Man schätzt den Schmelzpunkt des ersteren gegen 3000°. Es ist bisher fraglich, ob Kohlenstoff je geschmolzen wurde, obgleich es mehrfach behauptet wurde. So glaubt de la Rosa,[1] daß es ihm gelungen sei, im singenden Lichtbogen Kohle zu schmelzen, welche sich in Diamant umwandeln soll.

Es tritt die Frage auf, ob der Schmelzpunkt des Diamanten realisierbar ist. Sowohl Bakhuis-Roozeboom wie auch

[1] Annalen der Physik, *30*, 369 (1909) und *34*, 95 (1911).

andere Forscher halten dafür, daß der Schmelzpunkt des Diamanten bedeutend niedriger sein dürfte als der des Graphits und der Kohle, der über 3000° liegen dürfte. Die Schwierigkeit, diesen Schmelzpunkt zu erreichen, dürfte darin liegen, daß zumeist der Diamant sich verändert, in den meisten Fällen zerstört wird, sei es, daß er verbrennt oder chemisch mit den umgebenden Stoffen reagiert. Es wäre nicht unmöglich, daß bei dem von Parsons erwähnten Falle der Diamant schmolz und sich durch Abkühlung in Kohle umwandelte; es läßt sich Bestimmtes darüber nicht angeben. Auch Jacquelain spricht vom Schmelzen. Jedenfalls dürfte das Schmelzen dadurch erschwert werden, daß Schmelz- und Siedepunkt bei Kohlenstoff sehr nahe beieinander liegen.

Bei meinen Versuchen waren in zwei Fällen Diamantbruchstücke nach Erhitzen bis auf zirka 1500° an der Unterlage von Thoroxyd angeschmolzen; wahrscheinlich war hier jedoch eine Verunreinigung die Ursache dieser Erscheinung.[1]

Zwei andere Fälle waren von größerem Interesse. Es waren im Kohleofen mehrere Bruchstücke zusammen erhitzt worden, wobei sich, trotzdem sie in Zuckerkohle eingebettet waren, ein Zusammenschmelzen beobachten ließ, welches jedoch nur sehr lose war.

In einem weiteren Fall im Lichtbogenofen war ein Bruchstück deutlich an den Kanten gerundet, ohne sonstige Umwandlung. Ein bestimmter Schluß läßt sich aus diesen zwei Versuchen noch nicht ziehen.

Färbung durch Kathodenstrahlen.

Brauntärbung des Diamanten im allgemeinen durch Graphitbildung zu erklären, ist unstatthaft. So zeigte P. Sacerdote,[2] daß die Braunfärbung, welche durch Kathodenstrahlen erzielt wird, bei einer geringen Temperaturerhöhung, auf 300 bis

[1] Bei einem Versuche von Vogel und G. Tammann war Diamantschleifpulver zu einem Regulus zusammengeschmolzen, der jedoch nicht mehr Diamanthärte besaß. Es waren offenbar Silikate, welche den Diamant lösten; wahrscheinlich war ein Gemenge beider vorgelegen.

[2] C. R., *149*, 993 (1904).

400° C., bereits verschwindet, was mit einer Umwandlung in Graphit nicht vereinbar ist. Aber auch in anderen Fällen müssen entweder deutliche Graphitkrystalle oder Graphitblättchen sichtbar sein oder man muß die Graphitreaktion (nach Brodie, Staudenmaier, Berthelot) beobachten, um sicher zu sein, daß Graphit vorliegt.

Ich möchte daher bezweifeln, daß durch Kathodenstrahlen Graphit aus Diamant entsteht, wie gelegentlich behauptet wurde;[1] ich habe selbst Braunwerden des Diamanten bei Bestrahlung mit Kathodenstrahlen erhalten. Die Färbung ist analog jener, welche mit Radiumstrahlen erhalten wird, doch ist die Wirkung letzterer geringer; die Färbung ist eine labile und verschwindet beim Erwärmen.

Moissan[2] glaubt ebenfalls, daß der Stoff, mit dem sich Diamant in der Crookes'schen Röhre umgibt, Graphit sei; er fand den Diamanten bei einem Versuche korrodiert; die Temperatur war 2000°. Hier liegt etwas Ähnliches vor wie bei Parsons.

Umwandlung des Diamanten in Graphit.

Nur in einem Fall ist die Graphitbildung mit einiger Sicherheit erwiesen worden, und zwar von H. Moissan, als er Diamant im Lichtbogen verbrannte. Es ist aber immerhin möglich, daß hier bei nicht vollkommener Verbrennung sich bei hoher Temperatur Graphit neu bildete und daß wir es nicht mit einer eigentlichen molekularen Veränderung zu tun hatten; immerhin wäre auch die Möglichkeit der Umwandlung in Kohle denkbar.

Bei vollkommen rascher Oxydation wird keine Schwärzung beobachtet, wie dies ausdrücklich G. Rose, E. H. v. Baumhauer,[3] H. Moissan hervorheben; offenbar bildet sich kein Kohlenoxyd, welches durch Zersetzung Kohle liefern könnte.

Es ist zu bemerken, daß ein Beweis, daß die beim Erhitzen erhaltene schwarze bis braune Substanz Graphit war, in den meisten Fällen nicht erbracht ist, weder bei den älteren Ver-

[1] W. Crookes, Proc. Roy. Soc., *74*, 47 (1905).

[2] C. R., *124*, 653 (1891).

[3] Annalen der Physik, 1 (1877).

suchen noch jenen von G. Rose, Vogel und G. Tammann unzweifelhaft erbracht wurde, da keiner von diesen eine vollständige Untersuchung des Umwandlungsproduktes vorgenommen hat.[1]

Dagegen hat W. Luzi den angeblichen Graphit vermittels der Brodie-Staudenmaier'schen Reaktion untersucht und gefunden, daß kein Graphit vorlag.

Parsons spricht ausdrücklich von Umwandlung in Coaks und ebenso spricht sich Schrötter für Umwandlung in Kohle, Jacquelain für eine solche in Coaks aus.

Bei meinen Versuchen war zum Teil ein Braun-, beziehungsweise Schwarzwerden eingetreten, zum Teil war keine Veränderung wahrzunehmen.[2] In Wasserstoff fehlt sie im allgemeinen; dort, wo sie in Stickstoff auftrat, war gleichzeitig Korrosion bemerkbar. In Kohle eingewickelt, war der Diamant zum Teil unversehrt, zum Teil geschwärzt, aber nur ganz oberflächlich; dort, wo ein Teil des Diamanten verbrannt war, trat dies am stärksten auf. Auch bei anderen älteren Versuchen war zumeist Korrosion mit Schwärzung verbunden, bei unvollkommener Verbrennung scheint sie am häufigsten. Im Sauerstoffstrom trat sie, wie oben (p. 55) erwähnt, nicht ein.

Ferner ist zu beachten, daß fast alle Beobachter nur von oberflächlicher Veränderung sprechen. Bei den vielen Versuchen, die ich ausführte, waren Härte und Dichte unverändert (vgl. auch Schrötter, p. 55). Es war also keine eigentliche Umwandlung eingetreten, trotz überaus hoher Temperaturen. Dies scheint aber bei dem Versuch Jacquelain's der Fall gewesen zu sein, wo offenbar unvollkommene Verbrennung vorlag oder vielleicht Schmelzung, wie dies auch bei dem Versuch von Parsons der Fall sein kann (?). Es ist sehr schade, daß das Produkt, das Ch. Parsons und Allan A. C. Swinton erhielten, nicht genauer darauf untersucht wurde, ob es Kohle war und ob noch Diamantsubstanz verblieben war.

---

[1] Es ist jedoch eine eventuelle Graphitbildung, z. B. bei den letztgenannten Versuchen dadurch möglich geworden, daß beigemengte Oxyde von Eisen, Magnesium, Calcium u. a. als Katalysatoren wirken, wodurch die zuerst entstandene Kohle bei hoher Temperatur in Graphit umgewandelt wird.

[2] Auch H. Moissan erhielt, als der Diamant durch Kohle geschützt war, keine Veränderung (vgl. p. 57).

Meine Versuche stimmen mit denen Vogel's und G. Tammann's darin überein, daß bei rascher, aber kurzer Erhitzung auch auf sehr hohe Temperaturen nur unbedeutende Veränderung eintrat, während bei langem Erhitzen bei hohen Temperaturen eine jedoch mehr äußerliche Schwärzung eintrat; wo Sprünge vorkommen, waren auch dunkle Adern bemerkbar, wie bei einem der Versuche Vogel's und Tammann's. In der Deutung der Versuche stimme ich jedoch nicht mit Tammann und Vogel überein.

Meine Versuche zeigen deutlich, daß von einer Umwandlung des Diamanten, falls er durch Gase oder durch Kohle genügend geschützt wird, keine Rede ist. Nur bei unvollkommener Verbrennung wie in den früher erwähnten Fällen, tritt eine äußerliche, oft ganz minimale Umwandlung ein, eine »haardicke« Schicht, wie G. Rose sagt, bildet sich, welche in einigen Fällen sich als Kohle erwies. Nur in einem meiner Versuche war der bei der Verbrennung verbliebene Rest wahrscheinlich zum Teil wenigstens in Kohle, aber keinenfalls in Graphit (p. 64) umgewandelt.

Das Schwarzwerden ist in vielen Fällen nur eine Korrosion es bilden sich schwarze Vertiefungen, auf Sprüngen kann sie ebenfalls erfolgen. So klären sich auch manche Versuchsresultate als Korrosionen. Nur bei den Versuchen von Jacquelain und Parsons ist dies nicht der Fall; hier könnte entweder ein Schmelzen und Umwandlung in Kohle beim Wiedererstarren eingetreten sein oder eine unvollkommene Verbrennung, wie dies auch in einigen anderen Fällen möglich ist.

Wo sich Kohle bildet, kann diese auch, wie H. v. Baumhauer meint, durch Reduktion des Kohlenoxyds entstehen; auch Graphitneubildung wäre derart denkbar. Es ist aber zwischen einer wirklichen molekularen Umwandlung und einer durch eine chemische Reaktion entstandenen Neubildung zu unterscheiden.

Es spricht gegen eine molekulare Umwandlung des Diamanten in Graphit, daß die Schwärzung immer nur an der Oberfläche oder auf Sprüngen vor sich geht. Bei einer molekularen Veränderung ist kein Grund anzunehmen, daß diese nur an der Oberfläche sich zeige, wenn die Umwandlung bei

einer bestimmten Temperatur eintritt; hier müßte die Umwandlung auch im Innern vor sich gehen, was aber nirgends sichergestellt ist.

Diese Umstände deuten also darauf hin, daß eher eine chemische Veränderung vor sich geht, die nur eine äußerliche ist, bei sehr hoher Temperatur und langer Dauer aber weiter von außen nach innen greifen dürfte.

Es tritt nun die Frage auf, welcher Stoff bei der Bräunung oder Schwärzung sich bildet; in den meisten Fällen ist es sicher kein Graphit, der sich bildet, es liegt zumeist eben einfach Kohle vor. In manchen Fällen scheint der Diamant von dem dunklen Produkte wie ein Färbemittel durchdrungen zu sein, hier liegt vielleicht eine Kohlenstoffverbindung vor, auch wo eine Bräunung oberflächlich auftrat, dürfte das der Fall sein.

Wenn auch in den meisten Fällen kein Graphit vorlag, so könnte man sich die Bildung von Graphit doch dadurch erklären, daß der Diamant dann bei Zutritt von wenig Sauerstoff unvollkommen verbrennt, da ja die Ätzfiguren und Ätzhügel wahrscheinlich von einer sehr langsamen Verbrennung herrühren, und daß bei dieser sich Kohlenoxyd bildet, welches durch die äußere Schicht von Diamant reduziert wird, wobei sich Kohle oder auch Graphit bildet, letzterer dann, wenn Katalysatoren vorhanden sind.

Der Graphit bildet sich in diesem Falle auf dem Umwege der Kohlebildung, die zuerst gebildete Kohle wandelt sich in Gegenwart von Metalloxyden in Graphit um.

Ich möchte auch erwähnen, daß bei höherer Temperatur sich sehr leicht Kohlenstoff mit Silicium zu CSi verbindet und daß ich selbst an zwei Fällen, wo Diamant auf kieselsäurereicher Unterlage ruhte, Carborundum beobachtete; im Kohleofen bilden sich oft an den Wandungen der Tiegel, die Silikate enthielten, Carbide. Ich glaube, daß man Versuche mit Diamant nicht in Berührung mit Silikaten vornehmen sollte; es ist allerdings äußerst schwer, bei diesen Versuchen ein richtiges Gefäß zu finden, da Diamant bei Temperaturen von 1700° mit den meisten Stoffen reagiert. Ich bemerke nebstbei auch, daß bei den meisten Diamantsynthesen CSi sich bildete

und wahrscheinlich übersehen wurde; auch Eisencarbide, Titancarbide erhielt ich bei Wiederholung der betreffenden Synthesen Moissan's und v. Haßlinger's. Zur Identifizierung des Diamanten ist leider gerade bei diesen wichtigen Synthesen die Bestimmung des Brechungsquotienten, welche ein vorzügliches Mittel zur Erkennung ist, nicht angewandt worden.

Resultate.

Ich will zwar heute noch nicht behaupten, daß eine Umwandlung in Graphit nicht möglich sei, aber sie ist jedenfalls nicht das gewöhnliche; bisher scheint entweder Korrosion eingetreten zu sein, wahrscheinlich mit Kohlebildung, oder der Diamant bleibt, wenn er genügend geschützt ist, unversehrt. Die Vorgänge in der Kathodenröhre bei sehr hoher Temperatur bedürfen noch der Aufklärung (p. 66).

Ich halte es daher nicht für feststehend, daß Graphit bei höherer Temperatur sich als die bei hoher Temperatur stabile Form bilden muß, übrigens hat schon W. Nernst[1] bemerkt, daß die Schlüsse, welche bezüglich der Stabilität der Kohlenstoffarten aus der Umwandlungswärme gezogen wurden, anfechtbar sind, da die Umwandlungswärme sich mit der Temperatur ändert und sogar ihr Vorzeichen ändern kann. Diamant ist offenbar eine metastabile Form, die sich wahrscheinlich in Gegenwart bestimmter Katalysatoren aus Kohle bildet.

Die Frage, ob Diamant beim Erhitzen sich in Graphit umwandelt, ist eine äußerst schwierige; sichere Beweise für diese Umwandlung sind trotz vieler Arbeiten nicht vorhanden; wenn eine Umwandlung stattfindet, so dürfte sie eher Kohle geben, welche sich in Gegenwart von Oxyden in Graphit umwandeln kann. Im Sauerstoffstrom, Lötrohr, überhaupt wenn die Verbrennung eine vollständige war, tritt keine Umwandlung ein.

Bei genügendem Schutz kann Diamant zu hohen Temperaturen, 2000 bis 2500°, ohne wesentliche Veränderung erhitzt werden.

---

[1] W. Nernst, Th. Chem., 5. Aufl., 632.

Bei unvollkommener Verbrennung tritt Schwärzung an der Oberfläche und Korrosion ein; es wird sich Kohle, vielleicht auch Graphit an der Oberfläche neu bilden.

Bei sehr hohen Temperaturen, im Lichtbogen kann möglicherweise Schmelzung und Erstarrung als Kohle eintreten oder eine Neubildung von Kohle oder auch Graphit durch Reduktion des Kohlenoxyds.

Bei der Ausführung der Versuche sowohl wie bei der Messung der Leitfähigkeit war mir Herr Dr. Herold äußerst behilflich und statte ich ihm hier meinen Dank ab, ferner Herrn Dr. E. Dittler, der die Untersuchung auf Graphit vornahm und die Photographien anfertigte.

Endlich bin ich auch dem Direktor der mineralogischen Abteilung des k. k. Hofmuseums, Prof. F. Berwerth, welcher mir die Untersuchung der älteren Präparate gestattete, zu Dank verpflichtet.

Die Einwirkung von Kathodenstrahlen auf einige Mineralien und die Natur der Mineralfärbungen

von

C. Doelter,

k. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Februar 1911.)

Die Einwirkung der Kathoden- wie auch der Radiumstrahlen oder Röntgenstrahlen auf die Körper kann in einer bleibenden Veränderung der Farben sich äußern oder es kann bei den bestrahlten Stoffen nur eine während der Bestrahlung oder noch kurz hernach sichtbare Lichterscheinung eintreten. Für die Mineralien ist diese vor einigen Jahren namentlich von G. Kunz und Ch. Baskerville studiert worden, nachdem schon früher H. Becquerel, W. Crookes u. a. darüber Beobachtungen angestellt hatten.[1] Ein Eingehen auf diesen Gegenstand ist jedoch hier nicht beabsichtigt.

Was die für uns in Betracht kommenden dauernden Farbenveränderungen anbelangt, so können sie entweder sofort oder erst unter gewissen Bedingungen eintreten. Manche Körper färben sich nämlich nach E. Goldstein nicht unter dem Einflusse der Kathodenstrahlen, wohl aber dann, wenn sie vorher geschmolzen oder geglüht waren.

Man muß wohl unterscheiden zwischen den auf diese Weise entstandenen Nachfarben und jenen, welche unmittelbar unter dem Einflusse von Kathodenstrahlen entstehen, ohne daß eine vorherige Temperatureinwirkung stattgefunden hat. Bei der Einwirkung durch Radiumstrahlen macht man allerdings auch die Beobachtung, daß die Veränderungen größer sind, wenn man das Mineral vorher durch Glühen farblos gemacht

---

[1] Chem. News, *89*, 1902; Science, 1903, 769.

hat; es scheint dies damit zusammenzuhängen, daß tief gefärbte Körper sich unter dem Einflusse von Radiumstrahlen nicht mehr stark verfärben, offenbar weil sie schon mit dem Farbstoff gesättigt sind, während, wenn sie vorher durch Glühen entfärbt wurden, die ursprüngliche Farbe sich sogar noch etwas intensiver zeigen kann.

Das scheint aber doch nicht mit den erst bei vorherigem Glühen eintretenden Nachfarben Goldstein's zusammenzufallen, da diese meistens bei ohnehin farblosen Salzen erhalten wurden.

Goldstein bezeichnet als Nachfarben diejenigen Farben, die gewisse Salze unter der Einwirkung von Kathodenstrahlen zeigen, wobei er zwei Klassen unterscheidet. Die der ersten Klasse entstehen schon durch sehr kurz dauernde Einwirkung der Kathodenstrahlen auf Salze bei gewöhnlicher Temperatur in dem ganzen von den Kathodenstrahlen getroffenen Bezirk. Beispiele sind die violette Farbe des Chlorkaliums, die braungelbe des Chlornatriums.

Ferner gehören hierher die Nachfarben bei geschmolzenen oder geglühten Salzen.

Geglühtes Kieselsäureanhydrid wird grau, ebenso Bergkrystall; die aus Schmelzen hergestellten Silikate von Kalium, Natrium und Calcium werden gelbgrau. Durch Erhitzen können diese Nachfarben erster Klasse wieder beseitigt werden. Man sieht, daß diese Farben nicht ganz mit jenen, die Radium hervorbringt, übereinstimmen, aber diese Nachfarben sind für uns wichtiger als die zweiter Klasse.

Durch welchen Umstand die geglühten oder geschmolzenen Salze Nachfarben aufweisen, während die nicht geglühten keine Einwirkung zeigen, bleibt unklar. Ich bemerke, daß zwei Erscheinungen zusammenfallen bei den Nachfarben zweiter Klasse, nämlich die durch Erhitzung hervorgerufene Farbenveränderung, die auch bei Mineralien häufig ist, und die Wirkung der Bestrahlung.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei den Nachfarben auch Verunreinigungen eine Rolle spielen.

Die Nachfarben zweiter Klasse entstehen nach Goldstein während der Bestrahlung stark erhitzter Substanzen.

Diese Farben treten übrigens bei Radiumbestrahlung an den betreffenden Stoffen: Natriumsulfat (violett), Kaliumsulfat (dunkelgrünblau), Natriumcarbonat, Calciumchlorid (blaugrau) nicht auf, sondern nur bei Kathodenstrahlen, wenn die Stoffe während der Bestrahlung stark erhitzt waren.

Merkwürdig ist aber, daß bei Flußspat die Nachfarben in beiden Fällen violett sind, aber die Nachfarbe erster Klasse erhielt Goldstein nur nach nachhaltigem vorherigen Glühen.

Abgesehen von diesen Nachfarben, die bei sehr geringem Gasdruck eintreten, können auch Farbenveränderungen hervorgebracht werden durch Kathodenstrahlen bei größerem Druck (nach Goldstein 50 *mm*), falls der Apparat derart disponiert wird, daß das Salz so gelagert ist, daß es die Kathode um einige Zentimeter überragt.

Nach E. Goldstein können die Kathodenstrahlen nur einige Hundertstel Millimeter weit eindringen; das ist auch bei Mineralien der Fall, doch dringen die Strahlen auch längs der Spaltrisse und Sprünge vor und können derart größere Teile farbig gestalten.

Aus den verschiedenen Arbeiten geht hervor, daß die Resultate mit Kathodenstrahlen recht verschieden sein können, je nach der Art der Disposition des Apparates.

Viel wird davon abhängen, ob in der Kathodenröhre eine niedrigere oder höhere Temperatur herrscht. Bei Radiumbestrahlung wissen wir, daß die durch sie erzeugten Farben bei der Erwärmung verschwinden, also bei erhöhter Temperatur instabil sind. Dagegen zeigt sich aus den Untersuchungen von E. Goldstein, daß seine Nachfarben zweiter Klasse nur entstehen, wenn während der Bestrahlung mit Kathodenstrahlen Erhitzung eintrat; unter solchen Umständen könnten Radiumfarben im allgemeinen nicht entstehen, wenigstens bei den meisten Mineralien nicht, da die Versuche übereinstimmend zeigen, daß die Radiumfarben bei der erhöhten (200 bis 300°) Temperatur labil werden; allerdings wäre es noch möglich, daß, wenn die Strahlung der β- und γ-Strahlen, welche die Färbung erzeugen, in genügendem Maße während der Temperaturerhöhung vorhanden ist, sie doch eine Färbung zeigen; darüber sind mir Versuche nicht bekannt.

Dagegen zeigt ein Versuch von A. Bordas,[1] daß bei tiefen Temperaturen die Radiumfärbung keine Einbuße leidet.

Ich habe schon früher einige Versuche mit Kathodenstrahlen unternommen, bei welchen jedoch das Vakuum kein sehr hohes war, und will nun die Resultate einiger Versuche angeben, welche mit höherem Vakuum durchgeführt wurden. Als Vakuumerzeuger diente eine Gädepumpe, die durch einen Elektromotor betrieben wird.

Bei meiner Versuchsanordnung waren die zu bestrahlenden Objekte nicht im Brennpunkte des Kathodenstrahlenbüschels, sondern einige Zentimeter von der Kathode entfernt angebracht, also ähnlich wie bei den erstgenannten Versuchen Goldstein's.

Hier tritt keine wesentliche Erhitzung ein, während in anderen Fällen, namentlich wenn der zu bestrahlende Körper sich im Brennpunkte des Kathodenstrahlenbüschels befindet, die Erhitzung Ursache von Farbenveränderungen ist, wie sie bei vielen Mineralien eintreten, wenn sie erhitzt werden; solche Veränderungen müssen ausgeschlossen sein, wenn man lediglich die Einwirkung der Kathodenstrahlen selbst studiert.

Über die Einwirkung von Kathodenstrahlen auf Steinsalz.

Versuche über die Einwirkung der Kathodenstrahlen wurden von E. Goldstein[2] und F. Giesel[3] ausgeführt; sie erhielten Braunfärbung.

G. Holzknecht[4] erzielte ähnliche Nachfarben durch Röntgenstrahlen.

Ähnliche Resultate erhielten Fr. Focke und J. Bruckmoser.[5]

H. Siedentopf[6] erhielt mit Kathodenstrahlen auf Steinsalz-Spaltblättchen metallglänzende, fast undurchsichtige Überzüge, die er für Natriumüberzüge hält; bei Erhitzung der Kathodenröhre bilden sich gelbe Wolken.

---

[1] C. R., 145 (1907).

[2] Ber. Berliner Akad. 1901, 222.

[3] Ber. D. chem. Ges., *30*, 155 (1897).

[4] Verh. d. D. phys. Ges., *4* (1902).

[5] Tschermak's Min. Mitt., *25*, 46 (1906).

[6] Physik. Zeitschr., *8*, 850 (1907).

Dagegen erwähnt E. Goldstein, daß braungelbes Steinsalz, mäßig erwärmt, blau wurde; eine Temperaturangabe fehlt.

Bei Wiederholung dieses Versuches mit einem durch Kathodenstrahlen braun gefärbten Steinsalze erhielt ich beim Erwärmen nur eine schwach violette Färbung, in einem anderen Falle keine Veränderung; für das natürliche Steinsalz wäre übrigens eine Färbung, die durch Erhitzen entsteht, nicht denkbar.

Ich hatte selbst früher Versuche mit Kathodenstrahlen ausgeführt und dabei mit Steinsalz Braunfärbung erhalten, wenn es farblos gewesen war.[1] Dagegen blieb blaues Salz unverändert und ein ziemlich dunkles Stück, welches teils blau, teils violett gefärbt war, wurde dunkler, ohne daß jedoch die Änderung eine bedeutende war; ein durch Natriumdampf künstlich dunkelblau gefärbtes Stück wurde fast schwarz mit blauem Schimmer.

Bezüglich der zahlreichen Versuche, die ich mit Radium anstellte, ergab sich, daß farbloses oder blaßblaues gelb bis orange wird; violettes hat mehr Tendenz, ins Blaue überzugehen oder eine Rosafarbe anzunehmen, und dunkles blaues Salz bleibt ziemlich unverändert.[2]

Im Bogenlichte (durch die Kohlen der Firma Reiniger & Schall hergestellt) erfolgte bei durch Radium erhaltenen gelblichen Farben oder auch bei rosafarbigem nach kurzer Zeit Entfärbung. Auch dunkelblaues natürliches Salz zeigte ein allmähliches Verblassen, nur ein blau und violett gefärbtes Stück war mit ultravioletten Strahlen etwas mehr blaugrün geworden.

Dagegen zeigte mit Natrium künstlich gefärbtes Steinsalz mit denselben Strahlen oft eine stärkere Braunfärbung; im allgemeinen wird blaues mit ultravioletten Lichtstrahlen dunkler.

Durch Erhitzen entfärbtes natürliches blaues Steinsalz wurde mit Radiumstrahlen immer gelblich oder orange, künstlich gefärbtes jedoch, nachdem es durch Erhitzen bräunlich geworden, durch darauffolgende Radiumbestrahlung wenig verändert.

---

[1] C. Doelter, Das Radium und die Farben, 62, 65.

[2] C. Doelter, l. c., 64.

Die Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen vermittels einer Quecksilberlampe ergibt etwas andere Resultate als mit der eben genannten Bogenlampe. Die Entfärbung des natürlichen blauen und violetten Steinsalzes geht viel schneller vor sich wie bei der Bogenlampe. Was das künstlich durch Natrium gefärbte Steinsalz anbelangt, so wird es, wenn es stark dunkelviolett war, mehr braunviolett.

Bei den neuerdings unternommenen Versuchen mit Kathodenstrahlen war das Vakuum ein viel höheres gewesen als seinerzeit; Erwärmung trat auch hier nur in unbedeutendem Maße ein. Lumineszenz trat bei den verschiedenen Steinsalzstücken entweder gar nicht ein oder nur schwach. Fast alle Steinsalzstücke verschiedener Provenienz wurden blau gefärbt; es handelt sich hier nicht um Nachfarben im Sinne Goldstein's, da dies Steinsalz nicht früher erhitzt war.

Die Farbe ist meist tiefblau wie die des natürlichen, jedoch ist es nur eine blaue, dünne Schicht an der Oberfläche, da die Kathodenstrahlen nicht eindringen; doch zeigt sich auch auf Sprüngen Blaufärbung. Dichroismus ist nicht bemerkbar.

	Vor der Bestrahlung	Nach der Bestrahlung
Steinsalz von Staßfurt	blaßblau 19^r	blau 20^{g-h}
» » »	violett 21^m	sehr hell
» » »	farblos	blau 20^c
» » Kałusz	»	21^b
» » Wieliczka	»	dunkelblauviolett 21^o
Fasersalz » »	»	sehr blaß 21^t
Steinsalz » Hallstatt	»	blau 19^k bis 20^k
» » Heilbronn	»	blau 20^f
» » Staßfurt, alt ...,	»	blau 19^f bis 20^f
» » » neu ...	»	unverändert

Sehr wichtig ist das Verhalten der beiden Salze von Staßfurt. Die aus der alten Formation sind alle blau geworden, wenn sie vorher farblos waren, während jenes aus der neuen Formation farblos blieb. Es wäre gut, diesen Unterschied

weiter zu verfolgen; man nimmt nämlich an, daß das neuere durch Umkrystallisation sich bildete, und wären demnach Versuche mit umkrystallisierten Steinsalzen auszuführen, was ich mir vorbehalte.

Erhitzungsversuche.

Schon früher hatte ich mit natürlichem blauen Staßfurter Salz und mit künstlichem, durch Natrium gefärbtem, Erhitzungsversuche in verschiedenen Gasen ausgeführt.[1] Ich habe diese nunmehr dadurch ergänzt, daß ich auch das mit Kathodenstrahlen gefärbte Salz mit natürlichem blauen und violetten sowie mit durch Natrium gefärbtem nebeneinander in Sauerstoff und in Kohlensäure sowie in Wasserstoff erhitzte.

Erhitzung im Kohlensäurestrom.

Temperatur	I	II	III	IV
255°	unverändert	unverändert	etwas heller, mehr violett	mehr violett
285	»	es bilden sich violette Streifen	farblos	auf der einen Fläche blauer Schimmer, sonst farblos
305	etwas blässer	etwas heller	—	unverändert
330	»	viel heller	—	
355	der dunkel gefärbte Teil diffundiert etwas in den hellen	fast farblos	—	unverändert
405	blässer	farblos	-	auch der Schimmer schwindet
425	mehr rötlich	—	- -	alles farblos
455	heller, aber ganz rot	—	—	—
575	rotbraun	—	—	

[1] Das Radium und die Farben. Dresden 1910.

Temperatur	I	II	III	IV
505	stärker rot	—	—	—
530	heller	—	—	—
555	»	—	—	—
605	viel heller	—	—	—
620	teilweise farblos, ein Teil rosa	—	—	—
660	schwach rötlich	—	—	—

I Mit Natrium blauviolett gefärbtes Steinsalz,
II Natürliches tiefblaues Steinsalz von Staßfurt,
III Natürliches hellviolettes Steinsalz von Staßfurt,
IV Mit Kathodenstrahlen bestrahltes Steinsalz von Staßfurt.

Erhitzung in Sauerstoff.

Temperatur	I	II	III
160°		—	—
210	—	lichter, streifig	—
230	—	—	bedeutend heller
260	etwas heller, mehr violett	lichter	» »
310	—	farblos mit schwachem Schimmer auf der bestrahlten Fläche	farblos
360	unverändert	—	farblos
410	rotviolett	kein Schimmer mehr	—
460	heller	—	—
510	rot	—	—
615	heller, aber deutlich rötlich	—	—

I Mit Natrium gefärbtes Salz von Staßfurt, violettblau,
II Mit Kathodenstrahlen blau gefärbtes Salz von Staßfurt,
III Tief dunkelblaues, fast bläulichschwarzes Salz von Staßfurt.

Versuche mit Wasserstoff.

Temperatur	I	II	III
200°	wenig heller	unverändert	unverändert
270	heller	»	»
320	bis auf wenige violette Streifen entfärbt	blässer, etwas violett	»
370	entfärbt	entfärbt	mehr violett
450	—	—	heller
520	—	—	blaßrot
600	—	—	teilweise entfärbt
630	—	—	ein Teil noch rosa, der Rest farblos

I Mit Kathodenstrahlen gefärbtes Salz von Staßfurt,
II Natürliches dunkelblaues Salz von Staßfurt,
III Mit Natrium blau gefärbtes Salz von Kałusz.

Beim Vergleiche dieser Zahlen ergibt sich wie auch früher, daß das Verhalten des natürlichen blauen Steinsalzes mit dem des durch Natrium blau gefärbten gar nicht übereinstimmt und daß trotz nahezu gleicher Farbennuance (das natürliche war eher noch dunkler) das natürliche einige hundert Grad unter dem künstlich gefärbten farblos wird, ja es trat eine vollkommene Entfärbung bei dem durch Natrium gefärbten eigentlich nicht ein, da immer noch ein kleiner gefärbter Fleck übrigblieb. Dagegen verhält sich das durch Kathodenstrahlen gefärbte fast genau so wie das natürliche, nur ein kleiner blauer Schimmer verbleibt noch nach der Entfärbung bis zirka 100° höher.

Behandlung mit ultraviolettem Lichte.

Ganz überraschend waren die Resultate bei Bestrahlung mit der Quecksilberlampe. Es ergab sich folgendes Resultat:

1. Das mit Kathodenstrahlen blau gefärbte Steinsalz wurde kaum verändert, eine Spur blässer.

2. Natürliches Steinsalz, welches durch Erhitzen, sei es in Wasserstoff oder Kohlensäure, Sauerstoff entfärbt war, verändert sich nicht.

3. Steinsalz, mit Natrium blau gefärbt, welches in Sauerstoff nahezu entfärbt war, wird in dem farblosen Teil braungelb, in dem noch etwas farbigen Rest wird es dunkler rotbraun.

4. Das mit Natrium blauviolett gefärbte Steinsalz, welches durch Erhitzen in Wasserstoff stark entfärbt war, wird braungelb, bei längerer Bestrahlung aber wieder etwas violett.

Demnach nimmt das durch Natrium gefärbte Salz nach teilweiser Entfärbung durch Erhitzen diejenige Farbe an, welche Radiumstrahlen den natürlichen entfärbten Stücken verleihen, während natürliches, mit Radium bestrahltes Salz im ultravioletten Lichte stets farblos wird.

Die Ursachen der Blaufärbung des Steinsalzes.

Die vielen Hypothesen, welche bezüglich dieser Färbung aufgestellt wurden, will ich hier nicht nochmals besprechen; ich verweise auf meine früheren Ausführungen in meinem Werke: »Das Radium und die Farben«, wo auch die Literatur angegeben ist. In Betracht kommen namentlich H. Siedentopf's Hypothese, wonach die blaue Farbe durch Natrium verursacht ist, und die Ansicht Fr. Wiedemann's und G. Schmidt's, daß sich ein Subchlorid Na_2Cl bilde. Die anderen älteren Hypothesen kommen kaum mehr in Betracht und auch die der organischen Substanz als Färbemittel können nach meinen letzten Versuchen nicht mehr herangezogen werden.

Gegen die Hypothese Siedentopf's, daß kolloides Natrium die Färbung verursacht, sprechen folgende Gründe: Nach den Untersuchungen von G. Spezia[1] ist die alkalische Reaktion ebenso bei farblosem Steinsalz nachweisbar und daher kein Beweis, Natrium als Färbemittel anzunehmen. Ferner ist das Verhalten bei Bestrahlungen in Radium, Kathodenstrahlen sowie ultravioletten Strahlen für natürliches und künstliches grundverschieden und insbesondere die Erhitzungsversuche sprechen

[1] Zentralbl. f. Miner. etc., 1910.

nicht für diese Annahme, da das Verhalten so große Unterschiede zeigt. Ich denke mehr an Natriumionen als an ein grobes Gemenge von Steinsalz und Natrium wie bei dem künstlich gefärbten.

Es fragt sich, welches die Einwirkung der Kathodenstrahlen ist bei der Blaufärbung; das Nächstliegende wäre wohl auch hier, an Natrium zu denken. Dagegen kann die gelbe Färbung mit Radiumstrahlen nicht von Natrium herrühren. Ich erinnere an den von mir gemachten Versuch, wobei Chlornatriumlösung durch Radium gelb wurde und diese Farbe wahrscheinlich am Chlor haftet.[1] Es könnte also in letzterem Falle die Farbe der Chlorionen, im Falle der Kathodenstrahlen die Farbe der Natriumionen erscheinen; ultraviolette Strahlen hätten die Tendenz, beide zum Verschwinden zu bringen. Über jene Ansicht kann vielleicht eine Leitfähigkeitsmessung während der Bestrahlung Aufschluß geben, welche ich mir vorbehalte.

Daß die Blaufärbung durch Strahlung zustande kommt, wenn auch nicht durch Radiumstrahlung, scheint jetzt wahrscheinlicher; man hat ja schon früher an Kaliumstrahlung gedacht.

Über die Kaliumstrahlung existiert bereits eine nicht unbeträchtliche Literatur, welche zeigt, daß eine solche stattfindet. Nach E. Henriot und G. Vavon[2] wären diese Strahlen mit β-Strahlen ident; da nun andrerseits Kathodenstrahlen den β-Strahlen sehr nahe stehen, so könnte die Wirkung der Kaliumstrahlen denen der Kathodenstrahlen gleichkommen, wobei aber in diesem Falle nicht vergessen werden darf, daß ja die verschiedenen Kathodenstrahlen auch verschiedene Wirkung haben je nach ihrer Härte.

Die Kaliumstrahlen als Ursache der Blaufärbung haben daher große Wahrscheinlichkeit, doch wäre noch zu untersuchen, ob das geologische Auftreten der Kalisalze damit stimmt.

Sylvin.

Nach E. Goldstein wird Chlorkalium, geglüht, durch Kathodenstrahlen violett, aber diese Nachfarbe ist eine ober

[1] L. c., p. 129.

[2] C. R., *149*, 30 (1909).

flächliche. Natürlicher Sylvin von Staßfurt wurde nach meinen früheren Versuchen durch Kathodenstrahlen schwach bläulich.

Bei Wiederholung dieses Versuches wurde im starken Vakuum Sylvin violett (21^b der Radde'schen Farbenskala); die Färbung ist nur oberflächlich.

Mit Radium hatte ich zum Teil keine Veränderung erhalten bei Sylvin von Staßfurt, dagegen war solcher von Kałusz heliotrop geworden.

Korund.

Bezüglich der Radiumbestrahlung wissen wir, daß Saphir sich gelb färbt. Meyère[1] hat gefunden, daß auch Röntgenstrahlen ihn ähnlich färben, worüber auch besonders A. Bordas[2] Versuche angestellt hat.

Ferner fand ich, daß durch Radiumbestrahlung veränderter Saphir wieder blau wird, wenn man ihn dem Bogenlichte aussetzt. Mit Kathodenstrahlen habe ich früher beobachtet, daß weißer Saphir gelbgrau wird.[3]

Bei den neuerdings durchgeführten Versuchen habe ich konstatiert, daß blauer Saphir blaugrünlich mit gelben Flecken wurde.

Dagegen zeigte ein dunkler Saphir von der Iserwiese, der auch mit Radium sich anders verhält und dunkler wird, auch bei der Behandlung mit Kathodenstrahlen ein dunkleres Blau.

Das Verhalten ist also ein analoges bei Bestrahlung mit Radiumstrahlen und mit Kathodenstrahlen.

Das Phosphoreszenzlicht ist bei weißem Saphir rotviolett, bei hellerem blauen Saphir bläulich bis grünlichblau, bei dunklem Saphir ist es sehr schwach und seine Farbe ist dunkelblau.

Ein künstlicher Saphir, nach dem neuesten Verfahren von Verneuil in Paris synthetisch dargestellt, der nach Untersuchungen von R. Brauns und auch von v. Löhr im Gegensatze zu den früheren synthetischen Saphiren krystallisiert und nicht glasig ist und dessen Färbemittel aus Eisen- und

---

[1] C. R., *150* (1910).

[2] C. R., *145*, 710; *146*, 21 (1907).

[3] l. c., 37.

Titandioxyd bestehen soll, wurde mit Kathodenstrahlen behandelt; er hatte eine hellblaue Farbe, welche nach der Bestrahlung unverändert blieb.

Das Phosphoreszenzlicht war im schwächeren Vakuum blaßblau und ziemlich stark; im starken Vakuum war die Farbe mehr blauviolett.

Hyazinth und Zirkon.

Geglühte Hyazinthe werden bekanntlich viel heller, fast farblos und bekommen bei Bestrahlung mit Radium ihre frühere charakteristische Farbe wieder. Es zeigte sich nun, daß der Effekt bei Bestrahlung mit Kathodenstrahlen ein ganz ähnlicher war, so daß es also wahrscheinlich ist, daß es die β-Strahlen des Radiums sind, welche die erstgenannte Verfärbung hervorbringen.

Durch Glühen ganz hell gewordene Hyazinthe wurden nach zweistündiger Bestrahlung zinnoberfarben, beziehungsweise orange (3^m und 4^e).

Das Phosphoreszenzlicht ist bei schwachem Vakuum bläulichweiß, bei starkem mehr blau bei wenig starker Lumineszenz.

Weißer Zirkon. Bei farblosem Zirkon vom Fundorte Pfitsch habe ich durch Bestrahlung mit $^1/_2$ *g* Radiumchlorid eine hellbräunliche Färbung erzielt,[1] während R. Brauns mit 1 *mg* keine Farbenveränderung erhalten konnte.

Kathodenstrahlen bringen diese Färbung, die, wie aus diesen Versuchen hervorgeht, mit Radiumstrahlen nur schwer sich einstellt, viel rascher zustande. Bereits nach zirka $1^1/_2$ Stunden war weißer Zirkon braun geworden, er hatte aber nicht die Hyazinthfarbe, sondern mehr jene angenommen, wie sie die braunen Zirkone aus Zirkonsyeniten zeigen.

Das Phosphoreszenzlicht des weißen Zirkons ist bei schwachem Vakuum mehr bläulich, bei starkem Vakuum ist es ziemlich intensiv und mehr grünlichblau.

Rubin.

Rubin vom Ural zeigte tiefdunkelrotes Phosphoreszenzlicht, welches im starken Vakuum etwas mehr dunkelrotgelb

[1] C. Doelter und H. Sirk, Sitzungsber. der Wiener Akad., *119* (1910).

wird. Kunstrubin ist im Phosphoreszenzlicht mehr gelblichrot, im starken Vakuum wird er mehr gelb. Ähnlich verhielt sich auch ein Rubin von Ceylon. Eine dauernde Farbenveränderung trat nicht ein.

Beide werden bei Erhitzung im Sauerstoffstrom braun und im Wasserstoffstrom bei 500° grau, nehmen aber beim Erkalten ihre frühere Farbe an.

Topas.

Brasilianischer Topas war bei einem früheren Versuch fast gar nicht verändert worden, während bei der jetzigen Disposition eine merkliche, wenn auch nicht bedeutende Änderung in dem Sinne erfolgte, daß er intensiver gelb wurde.

Röntgenstrahlen wie Radiumstrahlen wirken sehr energisch. Die beobachtete Phosphoreszenz mit Kathodenstrahlen war schwach gelblichrot.

Kunzit ($LiAlSi_2O_6$).

Das merkwürdige Verhalten des Kunzits sowohl bezüglich seiner Färbung durch Radiumstrahlen als auch, was seine Phosphoreszenz anbelangt, ist bekannt.

Mit Röntgenstrahlen trat keine merkliche Verfärbung ein. Mit Kathodenstrahlen wurde ein schön blaßrosa gefärbter Stein nach $1^1/_2$ Stunden oliv gefärbt (nach der Radde'schen Farbenskala 37 graugrün). Das Phosphoreszenzlicht ist nicht rot wie bei Radiumbestrahlung, sondern orange bei geringem, gelb bei starkem Vakuum. Die Verfärbung mit Radium dürfte vorwiegend durch β-Strahlen entstanden sein.

Ich bestrahlte unveränderten natürlichen Kunzit mit Bogenlicht (mit Kohlen von Reiniger, Gebbert und Schall) und konstatierte keine Veränderung. Dagegen wird durch Radiumbestrahlung verändertem Kunzit wieder seine ursprüngliche Farbe im Bogenlichte zurückgegeben.

Dem Lichte einer Quecksilberlampe von Heraeus ausgesetzt, wird natürlicher unbestrahlter Kunzit ganz entfärbt, nachdem er durch das Stadium der Gelbfärbung gegangen, verhält sich also in anderer Art als bei Bestrahlung mit Bogenlicht.

Die Veränderungen beim Erhitzen habe ich früher geschildert.[1] Durch ultraviolette Strahlen entfärbter Kunzit wird durch Kathodenstrahlen ebenfalls oliv.

Baryt.

Baryt wird mit Radium bläulich, ebenso Cölestin, wenn er früher farblos war. Durch das Licht der Quecksilberlampe wird blauer Baryt oder Cölestin nur wenig blässer.

Beim Erhitzen natürlicher, unbestrahlter Baryte verschwindet die blaue Farbe.

Die Temperatur, bei welcher Cölestin vom Herrengrund farblos im Sauerstoffstrom wurde, ist 210°, für einen bläulichen Baryt von Przibram, 230°.

Die Färbungen der Mineralien.

Die diluten Färbungen der Mineralien dürften in vielen Fällen durch Radiumstrahlen oder ähnliche Strahlungen erzeugt sein; hierbei kommen die durch isomorph beigemengte Färbemittel gefärbten nicht in Betracht. Als Verfärber, welche die Strahlen liefern, kommen außer den eigentlichen radioaktiven Mineralien, die Uran oder Thorium in wägbaren Mengen enthalten, die aber bekanntlich nicht sehr häufig und auch wenig verbreitet sind, auch solche Mineralien in Betracht, welche äußerst schwach radioaktiv sind. Das sind solche, die in Pulverform im Elektroskop kaum eine Einwirkung geben oder wenigstens nur eine minimale.

Deutlich wird bei diesen die Radioaktivität erst, wenn man nach der Strutt'schen Methode die Mineralien löst und die Emanation in ein Luftvolumen austreibt, um dann die Leitfähigkeit dieser zu messen. Da werden dann manche Mineralien als radioaktiv erkannt, so die verschiedenen Zirkone (von denen nur der grüne stärkere Radioaktivität zeigt, abgesehen von einigen unreinen, stark radioaktiven), der Rutil, Titaneisen, Perowskit und viele andere, deren Radioaktivität sonst nicht erkennbar ist.

---

[1] Das Radium etc., p. 23.

Aber auch die meisten Gesteine hat Strutt als radioaktive, wenn auch nur sehr schwache, nachgewiesen.

Manche Mineralien werden durch mikroskopische Einschlüsse radioaktiver Stoffe, dann auch durch Einschlüsse von radioaktiven Gasen und Flüssigkeiten selbst radioaktiv; es sind also solche, welche erborgte Aktivität zeigen. Wahrscheinlich gehören die meisten der letzterwähnten Mineralien auch zu ihnen.

Bezüglich der Radioaktivität muß man also unterscheiden diejenigen Mineralien, die wirklich durch ihre Bestandteile radioaktiv sind, das sind die uran-, radium- und thoriumhaltigen, ferner die pseudoradioaktiven, die durch Einschlüsse oder Verunreinigungen radioaktiv sind.

Andere können vielleicht durch Quellen radioaktiv werden, wie Baryt, Cölestin, falls sie nicht von Anfang an minimalste Mengen eines isomorphen Radiumsalzes enthalten haben, was nicht konstatierbar ist.

Manche Mineralien färben sich von selbst, indem sie winzigste Mengen von Uran oder Radium, wahrscheinlich in Form von Einschlüssen, enthalten, abgesehen, daß auch kleinste Mengen von Thorium ihnen chemisch beigemengt sein könnten.

Die schwach radioaktiven Mineralien werden also auf die benachbarten einwirken können und Verfärbungen hervorbringen, außerdem wirken radioaktive Quellen, Gase etc. auf ihre Umgebung. Den größten Anteil an der Verfärbung dürften aber die Einschlüsse der Mineralien haben, und zwar von solchen radioaktiven Mineralien, deren Radioaktivität eine äußerst geringe ist, wie die früher erwähnten; solche Mineralien färben sich selbst, während andere durch ihre Umgebung gefärbt werden.

Unter den Mineralien, für welche eine Färbung durch radioaktive Stoffe wahrscheinlich ist, möchte ich nennen die Korundvarietäten, insbesondere die verschiedenen Saphire, Flußspat, Steinsalz, Baryt, Cölestin, Apatit, Calcit, die Quarzvarietäten, Zirkon, Spodumen, Kunzit, Topas, Rutil, zum Teil Boracit, nur zum kleinen Teil Diamant.

Ein Teil der Mineralien, zu welchen ich die Korunde, Quarzvarietäten, Calcit, Hauyn, Topas rechnen möchte, wird durch schwach radioaktive Begleitmineralien gefärbt, wahrscheinlich

durch Zirkon, Titanmineralien, seltener durch thorium- und uranhaltige Mineralien.

Wie verhält es sich jedoch mit jenen Mineralien, welche mit Radium eine entgegengesetzte Färbung geben als ihre natürliche Farbe? Dies ist beispielsweise bei Saphir der Fall, der ja durch Radium gelb wird, oder bei bläulichem Topas, der ebenfalls gelb wird: hier kann man also sagen, daß Radiumstrahlen wohl nicht gewirkt haben. Dagegen wissen wir, daß ultraviolette Strahlen, also auch Sonnenlicht, die gelb gewordenen Saphire wieder blau färben. Wenn sich auch daraus schließen ließe, daß gelbe Saphire durch langes Verweilen (natürlich handelt es sich hier um Hunderttausende von Jahren) an der Oberfläche blau werden, so kann man doch kaum annehmen, daß dies die alleinige Ursache der blauen Färbung sein kann.

Erwägt man aber, wie kompliziert namentlich die kolloiden Färbungen sind und daß hier die verschiedensten Farben eintreten können bei Veränderung der Teilchengröße und ihrer Abstände, daß ferner die Farben wechseln können bei positiv und negativ geladenen Kolloiden,[1] so wird man vielleicht auch die verschiedene Färbung solchen Verhältnissen zuschreiben.

Dann ist auch die Möglichkeit ins Auge zu fassen, daß auch andere Strahlen als die uns bekannten Röntgen-, Kathoden-, Radiumstrahlen in der Natur vorhanden sein können. So wissen wir, daß z. B. nicht nur Radium und Thorium Strahlen aussenden, sondern daß auch Kalium Strahlen erzeugt, welche vielleicht die Färbung des Steinsalzes hervorbringen.

Es ist aber auch noch die Möglichkeit weiterer Strahlungen als die von Kalium emittierten vorhanden und sogar wahrscheinlich; man kann daher nicht nur die bisher bekannten Radiumstrahlen allein als die Ursachen der Färbungen heranziehen.

Dagegen werden wir mit weniger Sicherheit dort eine Färbung durch Strahlen zu erwarten haben, wo verschiedene Oxyde eines Metalles als Färbemittel dienen; denn Oxydationen wie auch Reduktionen können auch auf andere Weise zustande

---

[1] A. Schmauss, Physik. Z., *6* (1905).

kommen, wenn auch der Weg durch die Strahlung nicht ausgeschlossen ist. Hier ist aber eine andere und größere Wahrscheinlichkeit vorhanden in der Aufnahme von Bestandteilen aus der Mutterlauge.

Als Färbemittel sind in vielen Fällen die aus dem Muttergestein stammenden Bestandteile in Betracht zu ziehen, die in Gestalt fester Lösungen vorkommen; wie aus einer gefärbten Lösung sich farbige Krystalle bilden können (vgl. darüber die Versuche P. Gaubert's[1]), so wird dies auch bei den natürlichen Krystallen, ob sie nun aus wässerigen Lösungen oder aus Schmelzen entstanden sind, der Fall sein. Ich verstehe unter fester Lösung sowohl solche mit isomorphen Bestandteilen als auch jene mit nicht isomorphen Beimengungen.

Nur müssen wir bei diesen beide Färbungen unterscheiden als isomorphe feste Lösungen und solche, bei welchen eine nicht isomorphe Beimengung vorhanden ist; diese halte ich nicht für mechanische (oder, wie auch oft gesagt wird, grobe Konglomerate), sondern für physikalische Gemenge, welche hierin meiner Ansicht nach mit streng isomorphen Gemengen in eine Gruppe gehören, der wohl auch die anomalen Mischkrystalle anzureihen wären. Indessen ist diese schwierige Frage noch zu wenig eingehend studiert, um darüber ein definitives Urteil zu fällen, wie auch die Ansichten darüber ja sehr verschieden sind.[2]

Es tritt nun die Frage auf, wie die durch Radium- oder Kathodenstrahlen entstehenden Färbungen zu erklären sind. Wichtig ist dabei, daß farblose Mineralien wie auch Gläser Farben annehmen; man kann hier weniger Oxydationen oder Reduktionen annehmen, sondern vielmehr Elektrolyse oder Ionisierung. Es ist also jedenfalls ein Farbstoff, welcher mit der chemischen Zusammensetzung des sich färbenden Minerals im Zusammenhang steht; es läßt sich aber nicht entscheiden, ob der Farbstoff aus der Verbindung, welche das Mineral zusammensetzt, selbst entsteht oder etwa durch eine minimale Beimengung. So können Gläser und von Mineralien z. B. der

[1] Bull. soc. min., *23* (1900).

[2] Vgl. A. Johnsen, N. J. f. Min. etc., 1903II, *93*.

Quarz kleine Beimengungen enthalten; bei Quarz ist durch E. Warburg Natriumsilikat nachgewiesen.

Von den durch Radium ausgesandten Strahlen sind es wohl nur die β- und γ-Strahlen,[1] welche bei der Färbung in Betracht kommen, da die Durchdringung der α-Strahlen ja eine minimale ist; diese können aber oberflächlich wirken. In manchen Fällen scheinen eher die β-Strahlen, in anderen mehr die γ-Strahlen gewirkt zu haben. α-Strahlen können nur eine Oberflächenerscheinung erzeugen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß man aus diesen Färbungen der Mineralien auch Schlüsse auf ihr relatives Alter ziehen könnte, denn je intensiver die Färbung ist, desto länger muß die Einwirkung gedauert haben, vorausgesetzt, daß dieselben Mengen radioaktiver Substanz einwirkten. Dazu sind aber zuerst exakte Versuche nötig, um den Zusammenhang zwischen Intensität der Färbung und der Zeitdauer der Bestrahlung ausfindig zu machen.

Wenn wir auch über die Natur der Färbemittel bis jetzt noch nicht ganz im klaren sind, so sind wir doch der Lösung der einschlägigen Fragen insofern einigermaßen näher gerückt, als wir viele frühere Hypothesen eliminieren können, so die durch Kohlenwasserstoffe oder seltene Erden oder überhaupt durch dem betreffenden Mineral ganz fremde Bestandteile. Die Färbemittel sind im Mineral selbst oder in seiner Mutterlauge zu suchen; viele entstehen durch Bestrahlung, welche Ionisation verursacht, während andere in Form fester Lösungen Eisen, Chrom, Mangan usw. aus der Mutterlauge aufnahmen.

Als Beispiele für letztere kommen in Betracht: Turmalin, Smaragd, zum Teil Diamant, zum größten Teil Rubin.

Wir haben daher ursprünglich gefärbte (1 und 2) und nachträglich gefärbte (3).

[1] C. Doelter und H. Sirk, Sitzungsberichte der Wiener Akad., *119* (1910).

Man wird daher die Mineralfärbungen unterscheiden in

1. idiochromatische;

2. durch Aufnahme von Bestandteilen in fester Lösung gefärbte;

3. durch Radium- und andere Strahlen gefärbte, ursprünglich farblose.

Bei der Ausführung der Versuche unterstützten mich die Herren Privatdozent Dr. Haschek, Dr. Leitmeier und Dr. Sirk, welchen ich hier meinen Dank abstatte. Endlich bin ich dem Vorstande des II. physikalischen Institutes Hofrat F. Exner für die Erlaubnis, die Apparate des Institutes zu benutzen, zu Dank verpflichtet.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. II. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Geologische Untersuchungen in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen.

III.

Die Tektonik der Grauwackenzone des Paltentales

von

Dr. **Franz Heritsch.**

Aus dem geologischen Institute der k. k. Universität Graz.

(Mit 3 Tafeln und 1 Karte.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. März 1911.)

Die folgenden Zeilen stellen einerseits die Fortsetzung von zwei im Jahre 1907 und 1909 erschienenen Berichten[1] über die Grauwackenzone des Paltentales vor, andrerseits sollen sie die Ergebnisse meiner Studien bezüglich des Gebirgsbaues dieses Gebietes kurz zusammenfassen. Ich habe in den vier letzten Sommern den größten Teil meiner freien Zeit für die Untersuchung des Paltentales verwendet und nebenher noch eine Reihe von Exkursionen im Gebiete von Eisenerz und im Mürztal gemacht, um die im Paltental gewonnenen Erfahrungen auf diese letzteren Regionen anzuwenden. Wie im Sommer 1907 und 1908 habe ich auch für den Sommer 1909 von der hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien eine Subvention erhalten, wofür ich mir den ergebensten Dank abzustatten erlaube.

[1] Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen I. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXVI, Abt. I, 1907.

Geologische Studien in der »Grauwackenzone« der nordöstlichen Alpen II. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXVIII, Abt. I, 1909.

Wie ich in den früheren Berichten hervorgehoben habe, hat das Obercarbon für die Grauwackenzone eine sehr große Bedeutung. Es gehört zu diesem Schichtkomplex nicht nur die sogenannte graphitführende Serie, sondern auch eine große Masse von Schiefern, welche in scheinbar sehr bedeutender Mächtigkeit — dieser Eindruck wird durch Faltung bedingt — im Gebiete des Paltentales und der Grauwackenzone überhaupt auftreten; ich verweise diesbezüglich auf die beigelegte Karte. Für die Altersbestimmung als obercarbonisch kommen mancherlei Gesichtspunkte in Betracht. Das mindeste Gewicht ist daraufzulegen, daß diese Bildungen vollständig konkordant liegen, »eminent konkordant« sagt einer der älteren Autoren, der sich mit der Grauwackenzone beschäftigt hat. Dann wäre in einem derartig gestörten und verschobenen Gebiete es ja leicht möglich, daß auch altersverschiedene, ursprünglich durch Denudationsflächen getrennte Ablagerungen durch den Gebirgsdruck zu vollständiger Konkordanz gepreßt wurden. Ein anderer Grund, allen den Schiefern ein carbonisches Alter zuzusprechen, liegt darin, daß sie in ihrer petrographischen Ausbildung einerseits miteinander, andrerseits mit dem pflanzenführenden Carbon durch Übergänge verbunden sind. Wenn alle diese Schiefer nicht gleichen oder doch naheliegenden Alters wären, dann müßte man annehmen, daß auf der »Quarzphyllitgruppe« die für das Obercarbon so ungemein bezeichnenden Graphitschiefer oder umgekehrt in den obercarbonischen Schiefern Gesteine der Quarzphyllitgruppe liegen würden; so innig ist die Verbindung zwischen beiden. Und an keiner Stelle ist das Carbon aufgelagert, sondern immer den anderen Gesteinen »eingelagert«, ein Beweis für die enge stratigraphische Verbindung beider. Die ursprünglich sandigen Bildungen, welche so oft das graphitführende Obercarbon begleiten, gehen in die Serizitschiefer der »Quarzphyllitgruppe« über; derartige Beispiele ließen sich wiederholt anführen. Ein dritter Grund für die Zuweisung der Grauwackenschiefer zum Obercarbon läßt sich aus dem Vorhandensein und der Stellung der Kalkzüge ableiten (siehe die Karte). Im Profile der Hölle bei Kallwang und an vielen anderen Stellen beobachtet man eine enge Verbindung der Kalkzüge mit dem Obercarbon; dieselben Kalke,

welche mit den Graphitschiefern einen durch Wechsellagerung hervorgerufenen Übergang zeigen, stehen aber auch mit der sogenannten Quarzphyllitgruppe in einem ebenso engen Zusammenhang und dies kann man zum Teil sogar in der streichenden Fortsetzung der Kalkzüge beobachten. Daraus ergibt sich der Schluß, daß alle diese Gesteine einem stratigraphisch einheitlichen Komplex angehören müssen.

Wie gerade erwähnt, sind die Kalke mit den Schiefern eng verbunden. Diese Kalke treten besonders auf dem rechten Ufer des Paltentales auf und streichen in das Liesingtal hinein, von wo sie sich bis zum Murtal verfolgen lassen; sie stellen ein besonders im landschaftlichen Bilde auffallendes Schichtglied dar, da sie in zahlreichen, oft weithin zu verfolgenden Zügen auftreten; stellenweise sind sie durch Magnesitführung ausgezeichnet. Über ihre Verbreitung gibt die Karte Aufschluß; es sei nur bemerkt, daß einzelne Kalkzüge sehr regelmäßig auf lange Strecken hin zu verfolgen sind. Zum Teil dringen sie in keilförmigen Massen in den Schiefer ein, sie bilden von oben her in diese eindringende Falten (z. B. Gaishorn, Walder Schober). Dieser Umstand, sowie die Erscheinung, daß an einigen Stellen am Kontakt von Schiefer und Kalk Breccien auftreten, die als Produkte des Wirkens bedeutender mechanischer Kräfte angesehen werden können, legt den Gedanken nahe, daß man es mit den Äquivalenten des Triebensteinkalkes zu tun hat; in diesem Falle müßte aber die ganze Schichtfolge auf dem Kopfe stehen. Es kann aber nicht geleugnet werden, daß das innige Verhältnis, in welchem Schiefer und Kalke stehen, eine derartige Ansicht als unmöglich erscheinen läßt, und zeigt, daß Schiefer und Kalk nur als faziell verschiedene Schichten anzusehen sind; daher ist die von mir im zweiten Berichte (p. 134) ausgesprochene Meinung, daß man es mit den Äquivalenten des Triebensteinkalkes zu tun habe, unrichtig. Aus den Kalkzügen sind aus der Umgebung von St. Michael ob Leoben und von Leoben selbst Crinoiden und nicht weiter bestimmbare Korallen bekannt; Crinoiden fand ich jüngst auch in der Umgebung von Tregelwang.

In den früheren Berichten wurde schon hervorgehoben, daß mannigfache Schiefergesteine im Carbon der Grauwackenzone auftreten; es beteiligen sich am Aufbau Konglomerate, Sandsteine (durch Diagenese und Metamorphose immer sehr kompakte Gesteine, manchmal mit quarzitischem Habitus), Quarzite, Quarzitschiefer, Serizitquarzite, Serizitschiefer (in zahlreichen Abänderungen die Hauptmasse der Gesteine bildend), Chloritoidschiefer, graphitische Schiefer, chloritoidführende Graphitschiefer, Graphitschiefer (die drei letztgenannten besonders in der graphitführenden Serie), Kalkphyllite (nur an wenigen Stellen), dann ebenso in geringer Verbreitung Hornblendeschiefer und Zoisithornblendeschiefer; in bedeutender Mächtigkeit und sehr enge mit den anderen Schiefern, meist mit den Serizitschiefern verbunden, treten Chloritschiefer auf; die Verknüpfung der beiden Schiefergruppen ist eine so enge, daß jede kartographische Abtrennung sich als unmöglich herausgestellt hat; mit den Chloritschiefern zusammen kommen an mehreren Stellen recht stark veränderte Diabase vor, was ein charakteristisches Streiflicht auf die Entstehung der Chloritschiefer wirft. Andere massige Gesteine sind noch die an drei Stellen auftretenden Antigoritserpentine und die an zwei Stellen vorkommenden veränderten Quarzporphyre (siehe Karte). Es wäre dann noch hervorzuheben, daß alle Gesteine deutliche Spuren einer starken mechanischen Metamorphose zeigen. Diese Umwandlung hat die ursprünglichen Sedimente verändert und geschiefert und auch das Aussehen der Eruptiva stark beeinflußt.

Einen wesentlich anderen Charakter zeigen jene Straten, welche, da das Obercarbon gegen Nordosten sich senkend schließlich untertaucht, über diesem erscheinen. Es sind mächtige Quarzporphyre mit Schiefern sedimentärer Herkunft verbunden, ein Komplex, den ich unter dem Namen Blasseneckserie zusammenfasse. Es handelt sich um deckenförmige Ergüsse von Quarzporphyren und Quarzkeratophyren; die Decken dieser Eruptiva kann man von Tirol bis zum Semmering verfolgen. Da sie an manchen Stellen normal unter Werfener Schichten liegen und auch mit dem Verrucano ähnlichen Breccien in Verbindung stehen, so spricht Redlich die

porphyrischen Gesteine dem Perm zu, ein Schluß, der voraussetzt, daß die Quarzporphyre dem Carbon normal auflagern.

Die »Blasseneckgesteine« werden, wie ich schon 1907 ausführte, von dem erzführenden Silur-Devonkalk überschoben. An einer Stelle, im Gebiete des Liesingtales findet sich unter diesem Kalk ein Vorkommen von Werfener Schichten, das E. Ascher[1] beschrieben hat, ein analoges Vorkommen zum Semmeringgebiet und zum Eisenerzer Reichenstein. Ich möchte nur noch kurz erwähnen, daß in der Grauwackenzone des Paltentales und von Johnsbach sich zwei Gebiete der Blasseneckserie unterscheiden lassen, die eine tektonisch ganz verschiedene Position zeigen. Eine Decke von Blasseneckgesteinen liegt unter dem Zug des erzführenden Kalkes, der vom Zeiritzkampel zum Spielkogel hinzieht, der andere Komplex der Blasseneckserie, Eruptiva und Schiefer, liegt über den Kalken; diese obere Blasseneckserie tritt mit den mesozoischen Schichten der Gesäuseberge im Johnsbachtale in Verbindung. Der Umstand, daß unter und über den erzführenden Kalken Gesteine der Blasseneckserie liegen, legt den Schluß nahe, daß man es bei dieser mit einem dem Obercarbon relativ selbständig gegenüberstehenden Gebirgsgliede zu tun hat. Es ergibt sich für die Grauwackenzone des Paltentales folgendes schematische Profil: Obercarbon—Blasseneckserie—erzführender Kalk—Blasseneckserie—Trias und Jura des Gesäuses.

Von vornherein ist es klar, daß die erzführenden Kalke mit einer Überschiebungslinie ihrem Liegenden aufsitzen; es ist dies, wie später zu erörtern sein wird, die größte Überschiebungslinie der Grauwackenzone. Es kann daher auch der Kontakt zwischen den erzführenden Kalken und der oberen Blasseneckserie nur ein anomaler sein.

Die Verbreitung der Blasseneckserie ergibt sich aus der Betrachtung der Karte. Dadurch, daß der Kamm vom Zeiritzkampel bis zum Spielkogel abwechselnd aus erzführendem Kalk und aus Quarzporphyren besteht, ist das landschaftliche

[1] E. Ascher, Über ein neues Vorkommen von Werfener Schichten in der Grauwackenzone der Ostalpen. Mitteilungen der Wiener geologischen Gesellschaft, 1908, p. 402.

Bild bedingt, der Wechsel zwischen den steilen, durch ihren Erzgehalt oft rötlich überhauchten Kalkbergen und den grünen, massig entwickelten Rücken der Quarzporphyre, beziehungsweise Quarzkeratophyre, welche beide in der unteren Blassenecksschuppe bedeutend über die Schiefergesteine dominieren.

Was die Gesteine der Blassenecksserie betrifft, so kann ich bezüglich der Effusivgesteine auf die Ausführungen im zweiten Berichte verweisen; die Schiefergesteine sedimentärer Herkunft, welche besonders in der oberen, also über dem erzführenden Kalk liegenden Schuppe herrschend sind, zeigen große Ähnlichkeit mit den Schiefern des Obercarbons; es sind auch hier Serizitschiefer, graphitische Schiefer, Graphitschiefer, Serizitquarzite, Quarzite, also Gesteine, welche den früher erwähnten in recht guter Weise an die Seite zu stellen sind und welche den Gedanken nahelegen, daß man es mit ähnlichen, vielleicht auch im Alter recht nahestehenden Bildungen zu tun hat.

Der schon früher erwähnte erzführende Kalk des Silur und Devon ist durch zahlreiche Vorkommnisse von Spateisenstein ausgezeichnet, welche ebenso wie die anderen nutzbaren Ablagerungen auf der beiliegenden Karte nicht verzeichnet sind. Der Kalk ist petrographisch nicht einheitlich; es kommen Flaserkalke, dichte graue Kalke, blaue und weiße Kalke und auch Plattenkalke vor; ob es sich hier um faziell- oder altersverschiedene Bildungen handelt, ist nicht zu erkennen; in den tieferen Partien der Kalke und auch sonst im Kalk stellen sich Tonschiefer, graphitische Schiefer, Serizitschiefer, besonders in der Umgebung von Eisenerz auch Kieselschiefer ein. An Versteinerungen liegt aus dem erzführenden Kalk überhaupt wenig, aus dem Gebiete des Paltentales nichts vor; bekannt sind ja in der Umgebung von Eisenerz und bei Dienten gefundene Versteinerungen, welche dem Obersilur, Unterdevon und Mitteldevon angehören.

Auf der beiliegenden Karte wurden im Gebiete der nördlichen Kalkalpen keine Ausscheidungen gemacht, obwohl das Grundgerüst für ein Kärtchen der südlichen Teile der Gesäuseberge bereits fertig ist. Wie später zu erörtern sein wird, herrschen sehr komplizierte Lagerungsverhältnisse, welche

sich bisher nicht klar deuten lassen, so daß die Fertigstellung der Karte noch eine allzulange Arbeit erfordert hätte.

Kartographisch dargestellt sind die wenigen Moränenvorkommnisse, wobei zu bemerken ist, daß nicht alle auf dem Kärtchen Platz fanden. Den glazialen Bildungen der Bösensteingruppe wurde eine eigene Darstellung gewidmet, bei welcher sich auch eine Übersichtskarte der Endmoränen befindet.[1] Von den dort nicht erörterten glazialen Bildungen wären die Moränen des Paltenarmes des Ennsgletschers zwischen Tregelwang und Wald zu erwähnen, die schon seit langem bekannt sind, ferner die Endmoränen lokaler Gletscher auf der Zeiritz- und Haberlalpe, die Moränen des Ennsgletschers auf der unteren Kaiserau und die Grundmoränen bei Gaishorn. Einer Erwähnung wert sind auch die Schuttkegel und das Murenmaterial, das die Seitenbäche in das übertiefte Paltental ergossen haben und leider noch zum Schaden der Menschen hineinbefördern (große Murgänge).

Aus dem Detail der Lagerungsverhältnisse möchte ich nur einiges herausgreifen. Im Profile von Wald auf die Brunnebenalpe[2] und von da weiter auf das Grünangerltörl verquert man die ungemein charakteristischen Ablagerungen des Obercarbons. Wie das beigegebene Profil zeigt, tritt eine ganze Anzahl von Kalkzügen auf, welche in oftmaliger Wechsellagerung mit graphitführenden Schichten, Quarziten, Serizitschiefern und anderen carbonischen Schiefern stehen. Alle zehn Kalkzüge zeigen eine steile Lagerung, welche gegen Nordnordost gekehrt ist. Bei dem ersten Kalkzug des Profiles ist eine Wechsellagerung von Kalk und Graphitschiefer zu beobachten (im Profil nicht dargestellt); der Kalk führt dünnblättrige Einlagerungen von Graphitschiefer, welche sehr stark zerdrückt sind. Graphitschiefer umhüllen diese Kalke wie auch die folgenden. Der über dem fünften Kalkzug zu beobachtende Quarzit zeigt, in welch innigem stratigraphischen Verband

---

[1] L. Hauptmann und F. Heritsch, Die eiszeitliche Vergletscherung der Bösensteingruppe in den Niederen Tauern. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXVII, Abt. I, 1908, p. 405 bis 437.

[2] Siehe Tafel 1.

diese Schichten mit der graphitführenden Serie stehen. Öfter findet man kleine Einlagerungen von Quarzit im Komplex der Schiefer, so z. B. über dem sechsten Kalkzug, wo in den Graphitschiefern Quarzite und Serizitschiefer vorkommen. Wie rasch oft die Kalke und Schiefer aufeinanderfolgen, das zeigt der siebente und achte Kalkzug, welche, wie dies bei manchen anderen auch der Fall ist, auf der Karte nicht gesondert dargestellt werden konnten. Dazu kommt noch der Umstand, daß bei den notorisch schlechten Aufschlüssen in diesen Schiefergebieten das Durchverfolgen der oft nur ganz geringmächtigen Kalke (1 bis 2 *m*) äußerst erschwert ist, so daß öfter an Stelle der Beobachtung die Kombination treten muß. Betrachtet man das Profil, so wird man sich wohl zuerst bemühen, in diesen Schichten eine regelmäßige Wiederholung irgendwo herauszufinden; dies ist hier wie bei allen anderen Schnitten unmöglich, wie ich mich immer überzeugen konnte. Man hat verschiedene Anzeichen, daß es sich nicht um eine durchlaufende Ablagerung in diesen mächtigen Carbonbildungen handelt, sondern daß man Falten vor sich hat; aber nur stellenweise ist man in der glücklichen Lage, diese auch direkt beobachten zu können, so z. B. am Walder Schober, am Brunnebenkamm und bei Gaishorn. Wegen der ungeheuren Mannigfaltigkeit des Schichtwechsels, der bedingt ist durch fortwährende fazielle Änderungen, ist es unmöglich, in einem großen Profile Schichtwiederholungen erkennen zu können.

In der Fortsetzung des erörterten Profiles, auf der Strecke von der Brunnebenalpe zum Hinkareck beobachtet man dann über den unteren zehn Kalkzügen noch weitere fünf, welche in derselben Weise mit den Schiefern verbunden sind; bei einigen ist es möglich, die unteren Umbiegungen zu sehen, also zu beweisen, daß es sich um Faltungen in dem obercarbonischen Schichtkomplex handeln muß. Von Wichtigkeit ist die Feststellung, daß im Profil vom Grünangerltörl zum Hinkareck die gesamten carbonischen Bildungen unter die Quarzkeratophyre des letztgenannten Berges untertauchen; diese Eruptiva gehören der unteren Blasseneckdecke an und senken sich als eine große Platte gegen Nordnordosten; blickt man gegen den Zeiritzkampel, so sieht man dort die Porphyre

überschoben von der in gleicher Richtung einfallenden Platte des erzführenden Kalkes.

Etwas Ähnliches wie das Brunnebenprofil zeigt dasjenige der Hölle bei Kallwang, das zu den bestaufgeschlossenen Teilen der Grauwackenzone gehört,[1] weil der aus den großen und kleinen Teichen kommende Bach eine tiefe Furche gezogen hat. Wieder treten uns Kalke und Schiefergesteine in bedeutender Abwechslung entgegen. Graphitschiefer und Serizitschiefer unterlagern den ersten Kalkzug, der eine Fortsetzung des ersten Kalkzuges des früher besprochenen Profiles ist; dieser erste Kalkzug des Höllprofiles weist eine bedeutende Mächtigkeit auf, was für die nächstfolgenden nicht zutrifft. Die auf den Kalk folgenden Graphitschiefer (mit Einlagerungen von Serizitschiefern) wechsellagern mit einigen Kalkzügen, von welchen einer plattig ausgebildet ist. Die große Talweitung in der Hölle nehmen Graphitschiefer, Konglomerate, Sandsteine und dagegen zurücktretend an Verbreitung auch Serizitschiefer ein; sie zeigen bei einem der Hauptsache nach gegen Nordnordosten gerichteten Einfallen sehr verwickelte Lagerungsverhältnisse, zahlreiche kleine Verwerfungen und Lagerungsstörungen. Der fünfte nach der erwähnten Verbreiterung des Tales auftretende Kalkzug ist deswegen interessant, weil er in den Schiefern auskeilt, also deutlich das Verhältnis zwischen Kalk und Schiefer zeigt. Der nächstfolgende Kalkzug, der durch eine schmale Schieferlage geteilt ist, zeigt die innigen Beziehungen zwischen den Chloritschiefern, den Kalken und den Graphitschiefern, auch ein Hinweis darauf, daß man die Chloritschiefer nicht als etwas stratigraphisch vom Obercarbon Unabhängiges aufzufassen hat. Am Ende des Höllprofiles gabelt sich das Tal in den kurzen und den langen Teichengraben; in dem ersteren treten mächtige Chloritschiefer mit Diabasen auf, von denen am Gehänge der Brunnebenalpe nichts zu beobachten ist; jedenfalls keilen sie aus. Es zeigt das Profil durch die Hölle bei Kallwang, wie einerseits das Verhältnis von Kalk und Schiefer aufzufassen ist und wie andrerseits auch petrographisch und genetisch ganz von der graphit-

[1] Siehe Tafel 2.

führenden Serie des Obercarbons verschiedene Gesteine dennoch als ein Glied des Carbons aufzufassen sind, ein Analogon dazu, daß auch die Schiefer südlich des Paltentales nicht vom Obercarbon getrennt werden können.

Bezüglich der Lagerung des erzführenden Kalkes möchte ich noch eine Region herausheben, in welcher die tektonische Stellung dieses Schichtgliedes ganz besonders klar wird. Ich wähle dazu den Kamm vom Hinkareck zum Leobnertörl und die Lagerungsverhältnisse daselbst. Wie schon früher erwähnt wurde, besteht der Gipfel des Hinkarecks aus Quarzkeratophyr, der überall eng mit dem Quarzporphyr verbunden ist. Es handelt sich da um die untere Blasseneckserie, um jene mächtige Platte von Effusivgesteinen, welche auch noch den östlichen Gipfel der Roten Wand ganz zusammensetzt. Wie eine große, gleichmäßig geneigte Platte senken sich, der allgemeinen Schichtneigung entsprechend, die Gesteine der unteren Blasseneckserie gegen Norden, beziehungsweise gegen Nordnordosten, indem sie die Bildungen des in derselben Weise einsinkenden Obercarbons überlagern; der Schichtkopf ist überall gegen Süden oder Südsüdwesten gekehrt. Die Mächtigkeit ist hier auf zirka 200 bis 400 *m* zu veranschlagen und es überwiegen hier an Menge vollständig die Eruptiva; die sich senkende Platte derselben zeigt im Gegensatz zu den carbonischen Ablagerungen keine Faltung, was durch die Gleichmäßigkeit und die bedeutende Härte des Gesteines erklärt werden muß, sie erscheint gleichsam als eine starre, einheitlich bewegte Scholle. Und geradeso legt sich scheinbar ganz regelmäßig, in Wahrheit aber durch eine gewaltige Überschiebungslinie getrennt auf diese Quarzporphyre der erzführende Kalk; auch er bildet eine derartige, sich nach Norden senkende Platte und diese Lagerungsverhältnisse sind im landschaftlichen Bilde derart gut ausgeprägt, daß dieses ganz davon beherrscht wird; als Beispiel möge die Nordseite des Zeiritzkampels und große Teile des Gehänges zum Johnsbachtal angeführt werden.

Im westlichen Rotwandgipfel wird der bis dahin den Kamm bildende Quarzporphyr abgelöst von dem erzführenden Kalk und damit ändert sich auch der morphologische Charakter der Landschaft; an Stelle der rundlichen Bergformen tritt ein

scharf markierter Kalkgrat, auf dessen Nordseite sich das Fallen der Kalke in besonders charakteristischer Weise zeigt, so daß dort die Gehänge von der Schichtfläche gebildet werden; überhaupt ist es eine eigentümliche Eigenschaft des dem Johnsbachtal zugewandten Gehänges, daß dessen Neigung fast zusammenfällt mit dem Einfallen der Schichten. Das tektonische Verhältnis zwischen der unteren Blasseneckserie und dem erzführenden Kalk läßt sich also dahin festlegen, daß beide geneigte Platten bilden, die nach Norden einsinken. Wurzellos liegt der erzführende Silur-Devonkalk auf seiner Unterlage.

In ganz großem Maßstab beobachtet man auf der Nordseite des erzführenden Kalkes das Absinken der Schichten und dann, wie sich auf ihn eine neue Serie von hauptsächlich schieferigen Gesteinen hinauflegt; es ist dies die obere Blasseneckserie, die durch das Zurücktreten der porphyrischen Gesteine und durch das Überwiegen der klastisch-schieferigen Bildungen ausgezeichnet ist. Es ist wohl selbstverständlich, daß auch die obere Blasseneckserie nicht mit einem normalen Kontakt auf dem erzführenden Kalk liegt, sondern diesen überschiebt. Ein großer Teil des Gehänges gegen das Johnsbachtal und besonders reichlich die Talgebiete der oberen Radmer fallen in die obere Blasseneckserie. In dieser herrscht ein unentwirrbares Durcheinander von sedimentären, durch den Gebirgsdruck schieferig gewordenen Bildungen und Lagen von Quarzporphyr, so daß der Versuch, diese reinlich voneinander zu trennen, scheitern müßte; es konnten nur die Hauptzüge auf der Karte dargestellt werden. Verfolgen wir vom Zeiritzkampel bis zum Spielkogel bei Gaishorn den tektonisch überall gleichartig sich darstellenden Zug der erzführenden Kalke, so können wir von einem Hauptzug desselben sprechen. Denn die Beobachtung im Gebiete der Treffneralpe läßt uns Erscheinungen kennen lernen, welche geeignet sind, eine solche Feststellung eines Hauptzuges der erzführenden Kalke wünschenswert erscheinen zu lassen; wir finden nämlich kleine Putzen von erzführendem Kalk, welche vollständig abgetrennt sind von dem Hauptzug und ganz umhüllt werden von den Gesteinen der Blasseneckserie.

Der Hauptzug des erzführenden Kalkes endet im Spielkogel. Unter einem mittleren Neigungswinkel liegen auf dem östlichen Spielkogelgipfel Quarzporphyre; und diese werden im westlichen Gipfel überlagert von der ebenfalls sich plattenartig gegen Nordnordost sich senkenden Decke des erzführenden Kalkes (Hauptzug); dieser erscheint also in derselben Position wieder, in welcher wir ihn schon in dem früher erwähnten Gebieten der Roten Wand kennen gelernt haben. Vom Spielkogel gegen die Treffneralpe zu legen sich über diese Kalke die Schiefer der oberen Blasseneckdecke, welche hier auch Lager der für sie so ungemein charakteristischen Eruptiva einschließen. In diesen ebenso wie die Kalke gegen Norden einfallenden Straten liegen, überall von Schiefern oder Eruptiva umgeben, zwei kleine Putzen von erzführendem Kalk, welche kleine keilförmige Massen vorstellen. Daß diese kleinen Vorkommnisse, die nebenbei noch ausgezeichnet sind durch unbedeutende Lager von Erz, etwa in normalem Verband mit den Schiefern stehen, ist doch wohl nach alledem, was man über das Verhältnis dieser beiden Gesteinskomplexe weiß, ausgeschlossen. So wie der erzführende Kalk des Spielkogels, der dem erzführenden Hauptzug angehört, nicht normal auf den Porphyren liegt und wieder von der oberen Blasseneckserie überschoben wird, so muß dies auch für die beiden kleinen Vorkommnisse auf der Treffneralpe der Fall sein. Daher kann es sich nur um zwei kleine Schubfetzen handeln.

Die Schiefermasse über dem Hauptzug des erzführenden Kalkes ist daher nicht eine einheitliche überschobene Scholle oder Schuppe, sondern es treten in ihr, was durch die kleinen Kalkschollen, die Schubfetzen, nachgewiesen ist, Scherflächen auf, überdies ein wichtiger Anhaltspunkt, die scheinbare große Mächtigkeit der oberen Blasseneckdecke im oberen Johnsbachtal und in der Radmer unter dem richtigen Gesichtswinkel aufzufassen; man wird daher in den oberen Schiefern und Porphyren nicht eine normal gelagerte Serie sehen, sondern die Mächtigkeit auf Schuppung zurückführen. Bemerken möchte ich noch, daß es auch in der Radmer solche Schubfetzen von erzführendem Kalk gibt.

Die obere Blasseneckserie tritt in Berührung mit den mesozoischen Schichten der nördlichen Kalkalpen. Wie aus der Karte ersichtlich ist, nähert sich der Hauptzug des erzführenden Kalkes den mesozoischen Bergen, ohne sie zu erreichen. Damit schwankt auch die Mächtigkeit der oberen Blasseneckserie, deren Breite von der Treffneralpe an gegen Osten abnimmt, um dann später wieder anzuschwellen und auf der Strecke Leobnertörl—Neuburgeralpe eine sehr bedeutende Mächtigkeit zu erreichen, welche allerdings durch die von den Schubfetzen des erzführenden Kalkes angezeigten Scherflächen erklärt werden muß.

Merkwürdig ist das Verhältnis zwischen der oberen Blasseneckserie und der Trias des Admonter Reichensteins und des Sparafeld-Kalblinggrates. Mit scharf ausgeprägten Südfallen stoßt die Trias auf den nach Norden untersinkenden Schiefern und porphyrischen Gesteinen ab; man kann hier die Lagerungsverhältnisse wohl nicht anders erklären, als daß man das Vorhandensein eines schief abschneidenden Bruches annimmt; eine genauere Feststellung ist ganz ausgeschlossen, weil die Kontaktlinie an keiner Stelle aufgeschlossen ist, da ja die gewaltigen, von den Wänden der Triasberge ausgehenden Schutthalden alles verhüllen.

Wesentlich anders steht es in dem Gebiete östlich des Durchbruches des Johnsbachtales durch die Kalkalpen. A. Bittner hat die Leitlinien dieser Region festgestellt. Im Hochgebirgsgrat Ödstein—Hochtor—Planspitze—Zinödl herrscht eine relativ ruhige, nur von flachen Wellungen unterbrochene Lagerung der Dachsteinkalke, Carditaschichten und Ramsaudolomite. Eine sehr auffallende Längsdepression begrenzt dieses Gebiet gegen Süden, wo drei Züge von Dachsteinkalk und Jura zu unterscheiden sind, die sehr verwickelte Lagerungsverhältnisse aufweisen. Im oberen Johnsbachtale liegen auf den Blasseneckschiefern Werfener Schichten, Dachsteinkalke, Jurakalke und Juramergel in flacher Lagerung und diese werden gegen Norden zu von dem steil nach Süden einfallenden Zug der Jahrlingsmauer abgelöst, zweifellos eine höhere Schuppe; es sind ähnliche Verhältnisse wie in der Radmer, wo auch mehrere Schuppen von mesozoischen Gesteinen zur Beobachtung

kommen. Es ist demnach der Anschluß an die Kalkzone derart, daß die Grauwackengebilde unter einen Schuppenbau der Kalkalpen einfallen. Daß überdies auch die unterste Schuppe des Mesozoikums mit einem anormalen Kontakt auf der oberen Blassenecksерie liegt, beweist der Umstand, daß in der Radmer diese letztere von erzführendem Kalk überschoben wird, ein Hinweis auf die weitgehende Schuppenstruktur in den obersten Regionen der Grauwackendecken.

Nun noch einige Worte über die Unterlage der Grauwackendecken. In dem ersten Bericht habe ich bereits der Granite in den Rottenmanner und Seckauer Tauern Erwähnung getan. Diese Granite haben überall, z. B. am Bösenstein und im Griesstein, einen Mantel von Gneis. Daß es sich um Granite handelt, welche älter als das Carbon sind, beweist der Umstand, daß Gerölle von solchen sich in den Konglomeraten des Carbons finden (z. B. im Sunk und im Rannachkonglomerat). Gneis und Granit bilden überall die Unterlage der Grauwackenbildungen. Wie im zweiten Bericht erwähnt wurde, werden die mächtigen archäischen Bildungen der Rottenmanner und Seckauer Alpen von dem Brettsteiner Kalkzug unterlagert. Dieser Brettsteiner Kalkzug fraglichen Alters ist bemerkenswert durch die Gänge von Granitaplit und Pegmatit, welche an einzelnen Stellen in ihm auftreten; diese Gänge stehen in Verbindung mit den Pegmatitvorkommnissen der Unterlage des Brettsteiner Kalkzuges, mit den Schiefern der Wölzer Alpen.

Die tektonischen Ergebnisse können nicht allein bezüglich des Paltentales gelten; es hat sich vielmehr gezeigt, daß die Grundlagen des Deckenbaues der Grauwackenzone sich in derselben Weise zum mindesten vom Ennstal bis zum Semmering verfolgen lassen. Wenn ich zuerst auf die kleinen Züge der Tektonik, auf rein lokaltektonische Fragen hinweise, so muß ich zuerst auf jene Kalkzüge eingehen, welche uns zwischen Gaishorn und Kallwang auf der Karte entgegentreten; sie zeigen zum Teil einen reinen Faltungscharakter, indem sie faltenartige, in die Schiefer eindringende Keile vorstellen; an vielen anderen Stellen bilden sie Einlagerungen in den Schiefern,

welche nichts von einer Einfaltung zeigen. Wir müssen die Kalke mit ihren Faltungserscheinungen, besonders wenn wir die Faltungen der stratigraphisch mit ihnen aufs engste verbundenen Schiefer dazu in Betracht ziehen, als Hinweise auf große das Carbon durchziehende Falten ansehen. Bezüglich der Kalke, welche in der Umgebung von Hohentauern auftreten und von da sich bis Rottenmann und noch weiter verfolgen lassen, muß ich hervorheben, daß ich mich überzeugt habe, daß es sich da nicht um Einfaltungen von unten her handelt, sondern daß auch diese Kalke stratigraphisch eng mit dem Carbon verbunden sind; besonders das Profil am Ausgang des Strechenbaches bei Rottenmann zeigt dies sehr deutlich.

Eine andere Sache von ziemlicher tektonischer Bedeutung ist die Frage nach der Stellung des Triebensteinkalkes. Tatsache ist es, daß dieser Kalk, der mit Sicherheit nirgends sonst in der Grauwackenzone wieder zu erkennen ist, auf den carbonischen Schiefern aufliegt. Es könnten nun verschiedene Annahmen gemacht werden; man könnte meinen, daß es ein ortsfremder Schubfetzen ist, andrerseits könnte man in ihm und in dem unterlagernden Obercarbon eine invers gelagerte Schichtserie sehen; in diesem Fall ergäben sich eigenartige Beziehungen zu den übrigen Calken des Karbons. Eine sichere Entscheidung darüber läßt sich aus den Lagerungsverhältnissen des Triebensteinkalkes nicht ableiten.

Eine andere Frage ist es, wie man sich die auffallende Verteilung des Carbons, das mit seinen graphitführenden Zügen auf der Karte sehr eigentümlich aussieht, erklären soll; der Umstand, daß im allgemeinen ein isoklinales Nord-, beziehungsweise Nordostfallen herrscht, macht die Sache nicht einfacher. Wir haben auf den Gneisen und Graniten der Rottenmanner und Seckauer Tauern eine von Konglomeraten (Rannachkonglomerat) eingeleitete Serie von Schiefern und Kalken, über welchen der graphitführende, durch Konglomerate ausgezeichnete Zug Petal—Sunk liegt. Scheinbar auf diesem liegt dann die Schiefermasse, welche den Bergzug des Fötteleck und dessen streichende Fortsetzung bildet. Darüber folgt das graphitführende und durch die Kalke charakterisierte Carbon, das uns am rechten Ufer der Palten unter den Quarzporphyren

entgegentritt. Wie verhalten sich diese Schieferzüge zueinander? Ist es eine Wiederholung durch groß angelegte Faltung oder sind es Schuppen, die aufeinander getürmt worden sind? Eine sichere Antwort kann ich nicht geben. Wahrscheinlich sind es große Schuppen. Die Schiefergebiete mit ihren schlechten Aufschlüssen und ihrer Einförmigkeit geben keinen guten Anhaltspunkt für ein sicheres Urteil. Es ist wie immer bei der Beurteilung tektonischer Fragen; je eingehender und detaillierter die Beobachtungen sind, desto schwieriger und verwickelter ist die Lösung eines im Anfange so einfach erscheinenden Problems. Dazu kommt in meinem Studiengebiet noch der Umstand hinzu, daß die Gleichheit und Einförmigkeit der Schieferlandschaft, das Fehlen jeder Andeutung von Altersunterschieden, damit die Unsicherheit, was unten und was oben ist, jede großzügige und weitausgreifende Tektonik unmöglich macht. Eine scharf markierte Tektonik tritt erst da ein, wo der Wechsel der Gesteine in regionalem Sinne ein eindrucksvolles Bild des Baues hervorruft. Das ist in der ganzen Grauwackenzone des Paltentales dort der Fall, wo die gesamte Serie des sicheren Carbons unter die mächtigen Quarzporphyrdecken der Blasseneckserie untertaucht, wo neue Bauelemente hinzutreten.

Aus der Betrachtung der Karte ergibt sich, daß das Carbonprofil von Wald in der Hölle bei Kallwang zu verfolgen ist; von da setzen sich dieselben Schichten, besonders markiert durch die Kalkzüge nach Mautern fort, übersetzen dort das Liesingtal und streichen bis St. Michael ob Leoben, von wo an sie, der allgemeinen Wendung im Streichen des Gebirges folgend, in Ost—West-Richtung über Leoben nach Bruck weiterziehen; bei Bruck lehnen sie sich an die Hornblendegneise des Rennfeldes, welches die tektonische Fortsetzung der Gneise und Granite der Seckauer Alpen ist. In das untere Mürztal streicht das Carbon mit seinen Graphitschiefern und Kalken fort bis zum Graschitzgraben; dort endet es nach Vacek's Angabe plötzlich.

Es ist sehr bemerkenswert, daß man so bis in den oberen Graphitschieferzug mit den Kalken bis in das untere Mürztal verfolgen kann. Der untere Graphitschieferzug, der durch den

Sunk bei Trieben streicht, ist im Streichen nicht zu verfolgen, er keilt aus und statt seiner und der ihn begleitenden Schiefer tritt der obere Graphitschieferzug an die Gneise der Seckauer Tauern heran. Unmittelbar über dem Carbon des Paltentales liegen die Gesteine der unteren Blasseneckserie. Von großer Bedeutung ist es nun, daß in einem Profil von Bruck zum Hochschwabsüdfuß folgendes übereinander erscheint: Hornblendegneise des Rennfeldes, Carbon von Bruck, Kalk von Kapfenberg, Einöd (in nicht sichergestellter stratigraphischer Position), Gneis (ein Teil der sogenannten Mürztaler Gneismasse), Carbon von Törl—Veitsch, Gesteine der Blasseneckserie, erzführender Kalk, Trias.

Daraus geht hervor, daß zwischen den Blasseneckgesteinen und dem Carbon des Paltentales ein anormaler Kontakt besteht. Damit ist auch ausgesprochen, daß man ein permisches Alter der Quarzporphyre nicht aus der Tatsache, daß darunter Obercarbon liegt, ableiten kann. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man trotzdem den Blasseneckgesteinen ein Alter zuschreibt, das zwischen Carbon und Perm schwankt; dafür spricht die Ähnlichkeit des petrographischen Aussehens zwischen den Obercarbongesteinen und jenen Gesteinen der Blasseneckserie, welche zwar sedimentären Ursprunges sind und nur durch den Gebirgsdruck schieferig wurden; ferner ergibt sich bei einem derartigen Alter eine recht bemerkenswerte Analogie zu den Südalpen. Es erscheint überdies nicht wunderbar, daß zwischen den harten, gleichmäßig struierten Gesteinen der Blasseneckserie und den schieferigen, weichen Bildungen des Obercarbons kein anormaler Kontakt herrscht. Mechanisch mußten sich beide Serien bei der Deckenbildung ganz verschieden verhalten und es konnten die Quarzporphyrdecken wohl mit den erzführenden Kalken große Schuppen bilden. Man wird daher die Vorstellung haben müssen, daß es sich bei den beiden Blasseneckserien nicht um eigene Decken, sondern um höhere Teildecken eines Systems, um Teildecken, welche mit einer höheren Decke Schuppen bildeten, handelt. Damit verbindet sich auch der Gedanke an ein dem Obercarbon nahestehendes Alter der Blasseneckserien.

Ich habe in den vorangegangenen Zeilen auf die Stellung des erzführenden Hauptzuges und auf die ihn überschiebende obere Blasseneckserie hingewiesen. Auf diesem letzteren, übrigens durch kleine Schubfetzen des erzführenden Kalkes zerteilten Komplex von Schiefern und sauren Eruptiva liegt stellenweise noch eine höhere Decke von erzführendem Kalk (z. B. in der Radmer), ein Beweis für die weitgehende Schuppenbildung.

Eine gewaltige Entfaltung des erzführenden Silur-Devonkalkes findet in der Gegend des Reiting, Wildfeldes und Vordernberger Reichensteins statt. Die mächtige Verbreitung der Kalke bedingt im Liesingtal eine bedeutende Einengung der schieferigen Gebilde der Grauwackenzone. Auf der Südseite des Reiting liegt jenes schon früher erwähnte Vorkommen von Werfener Schichten, welches für die tektonische Position des erzführenden Kalkes so bedeutsam ist; liegen doch hier die untertriadischen Gesteine unter dem Kalk und auf den Schiefern.

Das Massiv des Reiting findet seine Fortsetzung im Gebiete des Wildfeldes und des Eisenerzer Reichensteins, mit welchen es direkt zusammenhängt. Von Wichtigkeit ist der Umstand, daß zwischen dem Reichenstein und dem Wildfeld am Grat mehrere kleine Schuppen von porphyrischen Gesteinen der Blasseneckserie, an einer Stelle auch Werfener Schichten sich beobachten lassen; diese zeigen auch in der großen Masse des erzführenden Kalkes eine tiefgreifende Schuppenstruktur an. Es scheint überdies, daß die Masse des Reiting—Wildfeld—Reichenstein dem erzführenden Hauptzug des Paltentales entspricht, während der Erzberg der oberen erzführenden Decke zugehört.

Es fragt sich nun, in welchem Verhältnis die Grauwackendecken zu dem sogenannten Lepontinischen Fenster am Semmering stehen. Vorausgesetzt sei da die Bemerkung, daß sowohl am Brenner als auch in dem Gebiete nördlich der Radstädter Tauern die Grauwackenbildungen — das Carbon des Nöslacher Joches, beziehungsweise der Pinzgauer Phyllite über den Tauerndecken liegen; im Semmeringgebiete liegt die Sache ebenso. Es läßt sich auch etwas Ähnliches im Mürztal

beobachten. Die Wechselschiefer und Wechselgneise, welchen nach Mohr ein carbonisches Alter zukommt, tauchen auf der Linie des Stanzertales unter; sie werden da umgeben von einem Kranz von Kalken (Semmeringkalk) und gipsführenden Schiefern und Quarziten; diese tauchen unter die Hornblendegneise südlich des Stanzertales unter. Bei Kindberg, dann in größerer Verbreitung bei Krieglach, Langenwang und Mürzzuschlag findet man zentralalpines Mesozoikum in inverser Lagerung, welches sich unter eine Granit- und Gneismasse (einen Teil der »Mürztaler Masse«) senkt, die von Kindberg an bis Mürzzuschlag das Mürztal im Norden begleitet; diese Granit- und Gneismasse ist der Kern einer liegenden zentralalpinen Falte, deren Hangendschenkel zum Teil der mesozoische Kalkzug Kapellen—Pfaffeneck (bei Kindberg) ist. Auf diesem Kalk liegt dann der Gneis, auf welchem der früher erwähnte höhere Carbonzug (Kletschachkogel—Törl—Veitsch Kapellen) lagert. In der Gegend von Kindberg und Stanz taucht das sogenannte Lepontinische Fenster am Semmering unter das Carbon und die zugehörigen Gneise unter.

Es ist nun bemerkenswert, wenn auch mit einem sehr vorsichtigen Vorbehalt auszusprechen, daß in der Gegend von Oberzeyring, Brettstein und Pusterwald unter den Gneisen und Graniten der Seckauer Tauern — der tektonischen Fortsetzung des Rennfeldes, unter welches die Wechselgesteine des Pretulalpenzuges samt der zentralalpinen Auflagerung untertauchen — der Brettsteiner Kalkzug herauskommt und unter diesem das Glimmerschiefergebirge der Wölzer Alpen, das in gewissem Sinne Beziehungen zu den Wechselgesteinen aufweist. Es ist nicht zu übersehen, daß die tektonische Stellung des Brettsteiner Kalkzuges sehr auffallend ist; leider läßt die Kenntnis seiner Verbreitung kein Urteil zu, in welchem Zusammenhang er zu den Radstädter Decken steht.

Wir haben im ganzen Gebiete der Grauwackenzone des Paltentales Deckenbau; auf den Brettsteiner Kalken liegen die Gneise und Granite der Rottenmanner und Seckauer Tauern, welche das Carbon tragen. Auf dem Carbon liegen wieder die Gesteine der Blassenecksерie und mit diesen in kompliziertem Schuppenbau verbunden die erzführenden Silur-Devonkalke.

Durch den Schuppenbau wird die Einheitlichkeit der großen Überschiebung des Silurs und Devons auf jüngere Bildungen zwar gestört, es tritt uns aber doch das Überragende und Bedeutungsvolle dieser Überschiebungslinie, welche von Tirol bis zum Semmering zu verfolgen ist, gut entgegen. Am Semmering und im Mürztal erscheinen unter den Grauwackendecken die sogenannten Lepontinischen Decken (Tauerndecken), geradeso wie unter den Pinzgauer Phylliten die Radstädter Tauerndecken liegen. Es lassen neuere Studien in anderen Teilen der Grauwackenzone, so in den Kitzbüchler Alpen, ein ganz ähnliches Verhältnis zwischen den Schiefern und den erzführenden Kalken vermuten, wie man es in der obersteirischen Grauwackenzone vor sich hat.

Eine andere Frage ist die nach den Wurzeln der Decken, eine Frage, die auch hier die heikelste ist. Nach V. Uhlig's Deckenschema[1] der Ostalpen müssen, wie dies selbstverständlich ist, die Wurzeln nahe denen der Triasdecken der nördlichen Kalkalpen gesucht werden; es ließen sich da in Kärnten wohl einzelne Gesteinszüge aufzählen, welche ihrer Gesteinsausbildung nach vielleicht als Wurzeln der Grauwackendecken angesprochen werden könnten; doch sind das, wie ja meist bei der Wurzelfrage, nur Vermutungen und ich kann nur die Hoffnung aussprechen, daß es einst gelingen wird, auch diesem Probleme näher zu rücken.

Nun zum Schluß noch einige Worte über den Anschluß der Grauwackendecken an die nördlichen Kalkalpen. E. Haug hat für den mittleren Teil der Kalkalpen eine Gliederung derselben in vier Decken gegeben;[2] dieses Deckenschema wurde von den österreichischen Geologen angefochten und eine abweichende Reihe von Decken: voralpine Decke, Hallstätter Decke, hochalpine Decke aufgestellt. Ich kann nun feststellen, daß in meinem Arbeitsgebiete mit Sicherheit keine Decke der Kalkalpen unter der hochalpinen Decke zu erkennen ist, daß

[1] V. Uhlig, Der Deckenbau der Ostalpen. Mitteilungen der Wiener geologischen Gesellschaft, II. Bd., 1909, p. 642.

[2] E. Haug, Les nappes de charriages des Alpes calcaires septentrionales. Bulletin de la Société géologique de France, 4. ser., tom. VI., 1906, p. 358.

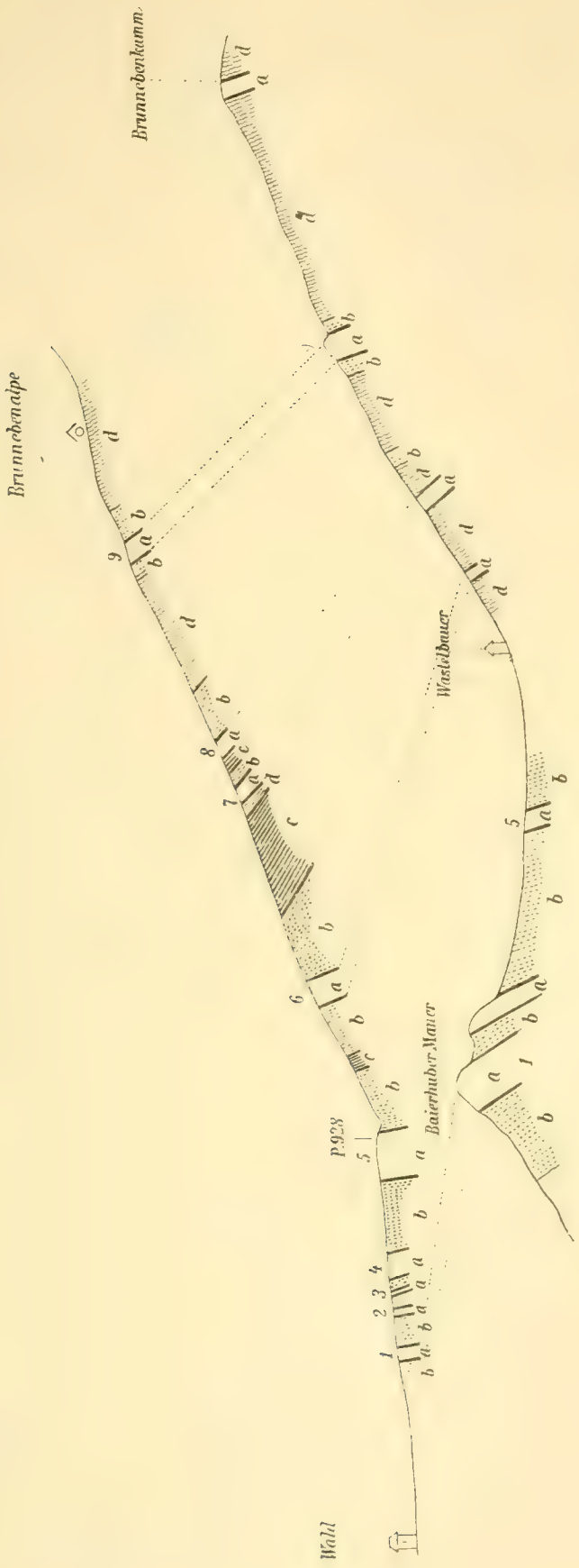
dies aber wohl am Südrande des Hochschwabplateaus der Fall ist. Aus diesem Grunde muß man vom rein theoretischen Gesichtspunkte aus einen anomalen Kontakt zwischen die Grauwackendecken und die nördlichen Kalkalpen im Johnsbachtale legen; dies muß um so mehr der Fall sein, als da auch die obere erzführende Decke, die uns in der Radmer entgegentritt, fehlt; wahrscheinlich ist sie ausgewalzt. Bezüglich des Deckenbaues verweise ich auf die schematischen Profile.[1]

Wenn ich mit den vorliegenden Zeilen den Versuch gemacht habe, die Deckentheorie auf den geologischen Bau der Grauwackenzone anzuwenden, so will ich zufrieden sein mit dem Ergebnis, daß diese Theorie zum mindesten auch für diese bisher noch recht unklaren Gebiete anwendbar ist, daß sie eine brauchbare Arbeitshypothese ist.

Einer angenehmen Pflicht habe ich noch zu genügen, nämlich der, Herrn Universitätsprofessor Dr. V. Uhlig für die liebenswürdige Güte und freundliche Aufmerksamkeit, die er meiner Arbeit entgegengebracht hat, ferner für die vielen Ratschläge, die er mir brieflich erteilte, und für die Unterstützung in der Ausarbeitung den ergebensten Dank entgegenzubringen. Wie immer, bin ich auch diesmal Herrn Universitätsprofessor Dr. R. Hoernes, meinem verehrten Lehrer, für viele Beihilfe zu großem Dank verpflichtet.

---

[1] Siehe Tafel 3.



Profile von Wald-Brunneben und Baierhubermauer-Brunneben.

Erklärung: Die Kalkzüge sind der Reihe nach numeriert und mit *a* bezeichnet.
b Graphitführende Schichten.
c Quarzite.
d Serizitschiefer und andere karbonische Schiefer.

Profil durch die Hölle bei Kallwang (*a*—*b*) und über das Gehänge des Brunnebenausläufers bis Kallwang (*c*—*a*), *d*—*e* Profil im Langen Teichgraben.

Die Details der Schichtfolge und der Tektonik konnten bei dem kleinen Maßstab nicht gegeben werden.

1. Kalk und Kalkschiefer.
2. Graphitschiefer (und Serizitschiefer).
3. Graphitschiefer, Sandsteine, Konglomerate (graphitführende Serie).
4. Chloritschiefer.
5. Serizitschiefer.

I—VIII Nummern der Kalkzüge im Höllprofil. Im oberen Profil bedeuten die römischen Ziffern die Nummern der Kalkzüge des Profiles Wald-Brunneben.

Generalprofile durch die Grauwackenzone des Paltentales (etwas schematisiert). Maßstab 1 : 75000.

a Glimmerschiefer. *b* Brettsteiner Kalk. *c* Granit und Gneis. *d* Karbonische Schiefer. *e* Karbonische Kalke. *f* Trieben-steinkalk. *g* Blassenecksерie. *h* Erzführender Kalk. *i* Trias und Jura.

Geol. Karte der Grauwackenzone des oberen Palten- und Liesingtal und von Johnsbach 1:100.000

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. III. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Weitere Studien über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen

von

J. v. Wiesner,

w. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. März 1911.)

Einleitung.

Die Studien über die Lichtlage der Blätter werden ebensowenig als jene über den Lichtgenuß der Pflanzen in Bälde abgeschlossen werden können. Denn das Zustandekommen der Lichtlage der Blätter erscheint uns heute, trotz vieler hierüber angestellter Untersuchungen, noch sehr rätselhaft. Voraussichtlich wird erst ein reiches, zumeist noch zu erhoffendes Beweismaterial uns Anhaltspunkte zur kausalen Erklärung dieser Erscheinung geben. Und die unendliche Abstufung des Lichtgenusses der Pflanzen wird noch vieler Feststellungen im einzelnen bedürfen, um einen vollständigen Überblick über die in der Natur ausgeprägten Formen des Lichtgenusses zu gewähren und den Zusammenhang zwischen dieser Erscheinung einerseits, dem Lichtklima der Erde, der geographischen Verbreitung der Gewächse und den physiologischen und morphologischen Charaktereigentümlichkeiten der Pflanze andererseits völlig klarzumachen.

In meinem Werke »Der Lichtgenuß der Pflanze«[1] sind wohl nach den beiden genannten Richtungen einige, wie ich glaube, wichtige Grundlinien gezogen; allein bei der Abfassung

[1] Leipzig, Engelmann, 1907.

jenes Werkes war ich mir darüber klar, daß mit demselben das große Problem der Anpassung der Pflanze an die Lichtstärke noch nicht zum Abschluß gebracht werden wird. Es sollte nur die Bilanz aus dem damals schon vorgelegenen großen Material gezogen und insbesondere zu weiteren Studien über diesen im wesentlichen doch neuen und von den Naturforschern doch noch lange nicht genügend gewürdigten Gegenstand Anregung gegeben werden.

Ich habe deshalb nach Abschluß des genannten Werkes meine diesbezüglichen Studien nicht eingestellt, war vielmehr bemüht, nicht nur vorhandene Lücken auszufüllen, sondern auch neue Gesichtspunkte zu gewinnen, um ein allseitiges Verständnis der beiden genannten Phänomene zu fördern.

Innerhalb der weiten Grenzen des Lichtgenußproblems habe ich einige einschlägige prinzipielle Fragen des Lichtgenusses zu lösen versucht[1, 2] und die Methodik der Bestimmung der Lichtlage zu vervollkommnen getrachtet.[3]

Im nachfolgenden fasse ich die in den letzten drei Jahren von mir angestellten Beobachtungen über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen zusammen. Dieselben lassen bereits mancherlei Verallgemeinerungen zu, welche, wie ich glaube, einige Fortschritte nach beiden Richtungen in sich schließen.

Erster Abschnitt.

I. Die Lichtlage der Blätter.

Das Laubblatt erfordert zu seiner Entwicklung, zur Erfüllung seiner spezifischen Funktionen und zu seinem normalen Bestand die Einwirkung des Lichtes. Dies ist ja allgemein

---

[1] Bemerkungen über den Zusammenhang von Blattgestalt und Lichtgenuß. Diese Sitzungsberichte, Bd. 117 (1908).

[2] Über die Veränderung des direkten Sonnenlichtes beim Eintritt in die Laubkrone der Bäume und in die Laubmassen anderer Gewächse. Diese Sitzungsberichte, Bd. 118 (1909).

[3] Eine Methode zur Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals. Diese Sitzungsberichte, Bd. 119 (1910).

bekannt, es ist aber auch zahlenmäßig nachgewiesen, daß zum Gedeihen der betreffenden Pflanze ein bestimmtes Ausmaß von Licht erforderlich ist und die Gewächse in dieser Beziehung sich außerordentlich verschieden verhalten, nämlich einen höchst verschiedenen Lichtgenuß aufweisen.

Zur Aufnahme des erforderlichen Lichtes nimmt das Blatt entweder eine Lage ein, welche keine Beziehung zur Richtung des wirksamen Lichtes aufweist, oder aber seine Lage steht in einer festen Beziehung zur Einfallsrichtung jenes Lichtes, welches in der Pflanze zur Wirkung gelangt. Die Blätter der ersten Kategorie habe ich aphotometrische, die der zweiten Kategorie photometrische genannt.[1]

II. Das aphotometrische Blatt.

Soweit ich bis jetzt auf Grund einer reichen, aber, wie ich gerne gestehen will, noch lange nicht ausreichenden Erfahrung das Vorkommen des aphotometrischen Blattes zu überblicken vermag, scheint dasselbe hauptsächlich jenen Gewächsen eigen, die auf einen hohen relativen Lichtgenuß angewiesen sind, die also von dem ihnen dargebotenen Gesamtlicht sehr viel aufzunehmen vermögen. Damit ist aber auch schon gesagt, daß der relative Lichtgenuß dieser Gewächse nur innerhalb enger Grenzen schwankt.

Der absolute Lichtgenuß dieser Pflanzen muß deshalb noch kein hoher sein. Es geht vielmehr aus meinen Erfahrungen hervor, daß das aphotometrische Blatt bei geringem absolutem Lichtgenuß ebenso zur Ausbildung kommen kann wie bei sehr hohem.

Ersterer Fall bildet bei hocharktischen Gewächsen geradezu die Regel. Diese Gewächse unterliegen ja wegen niederen Sonnenstandes keinem hohen Lichtgenuß; eine Einschränkung des Lichtgenusses durch Beschattung kommt bei diesen Pflanzen fast gar nicht vor und eine starke Einschränkung der Beleuchtung durch die Konfiguration des Bodens kann bezüglich dieser Gewächse nur als ein Ausnahmsfall angesehen werden.

---

[1] Über die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. Biologisches Zentralblatt, Bd. XIX, Nr. 1 (1899).

Man wird also begreifen, daß das Blatt der hocharktischen Vegetation keine Lichtökonomie zu treiben braucht und dennoch ausreichend viel Licht bekommt. Ich werde später auf das euphotometrische und auf das panphotometrische Blatt einzugehen haben, von welchen das erstere im vollendetsten Maße der haushälterischen Verwendung des Lichtes dient, das letztere allzu starkes Sonnenlicht abzuwehren berufen ist. Diese Formen der Anpassung des photometrischen Blattes an die Beleuchtung kommen im hocharktischen Gebiete, also an den polaren Grenzen der Vegetation, entweder nicht oder nur ausnahmsweise vor und sind nur in sehr unvollkommenem Maße — also gewissermaßen nur rudimentär — ausgebildet. Darüber folgt später Näheres bei Betrachtung des euphotometrischen und panphotometrischen Blattes.

Im hocharktischen Gebiete bildet also das aphotometrische Blatt die Regel. Es gibt jedoch auch hier schon, wie gesagt, mehr oder minder deutlich ausgesprochene Anfänge photometrischer Blätter.[1] Solche unvollkommen oder rudimentär ausgebildete photometrische

---

[1] In meiner Abhandlung über den Lichtgenuß der Pflanzen im arktischen Gebiete (diese Sitzungsberichte, Bd. 109 [1900], p. 371) habe ich im tatsächlichen dasselbe gesagt, nur war die Terminologie der Darstellung insofern eine andere, als ich damals unter panphotometrischen Blättern kurzweg die Sonnenblätter verstand, während ich heute darunter nur jene Sonnenblätter verstehe, welche starkes Sonnenlicht in schon äußerlich erkennbarer Weise (durch die Lage des Blattes oder seiner Teile) abwehren, dabei aber doch noch genügend viel diffuses Licht aufnehmen. In der genannten Abhandlung sagte ich ausdrücklich, daß ausgesprochene Abwehr des Sonnenlichtes an dem hocharktischen Blatte nicht zu finden ist (l. c., p. 393). Wie deutlich ich schon damals auf den vorherrschend aphotometrischen Charakter des Blattes der hochnordischen Pflanzen hinwies, geht aus folgender Stelle meiner Abhandlung hervor. Ich sagte bezüglich des hocharktischen Laubblattes (p. 394): Stumpf in seiner Reaktion gegen das Licht, ist im allgemeinen das Blatt in seiner Lage zum Lichte (»fixe Lichtlage«) im hocharktischen Vegetationsgebiete keine fest orientierte. Nachteile erwachsen der Pflanze aus diesem Lageverhältnisse nicht, denn der Unterschied in der Lichtintensität der verschiedenen Himmelsteile ist hier ein so geringer wie in keinem anderen Vegetationsgebiet; es steht somit dieser geringe Grad der Reaktion des nordischen Blattes gegen die richtende Kraft des Lichtes im Einklange mit dem geringen Beleuchtungsunterschiede der verschiedenen Himmelsteile.

Blätter habe ich früher schon als oligophotometrische bezeichnet.[1]

Das aphotometrische Blatt ist aber auf das arktische Vegetationsgebiet nicht beschränkt; es kommt vielmehr in allen anderen Vegetationsgebieten vor, selbst in der äquatorialen Zone. Es kommt aber doch gewöhnlich nur zur Ausbildung, wenn die Pflanze eine solche Lichtfülle bekommt, daß sie mit dem Lichte nicht ökonomisch umzugehen braucht, und wenn sie auch sonst so organisiert ist, daß ihr direktes Sonnenlicht keinen Schaden bringt.

Auch die in gemäßigten, warmen und heißen Gebieten auftretenden Gewächse mit aphotometrischem Laube sind durch hohen relativen Lichtgenuß und durch enge Grenzen desselben wie die nordischen Gewächse dieser Kategorie ausgezeichnet; sie unterscheiden sich von diesen aber durch hohen absoluten Lichtgenuß.

Zahlreich sind die Pflanzen mit aphotometrischem Laub in allen warmen und heißen Gebieten zu finden. Man kann sagen, daß fast alle jene dort vorkommenden Gewächse mit langgestreckten linealen Blättern, insbesondere solche, welche mit konzentrischem oder angenähert konzentrischem Baue den aphotometrischen Charakter an sich tragen; bei stärker hervortretendem dorsiventralen Baue stellt sich schon Neigung zur Photometrie ein (oligophotometrische Blätter). Aber selbst bei gut ausgeprägter blattartiger Gestalt und deutlich dorsiventralem Baue kann in warmen und heißen Gebieten das Blatt den aphotometrischen Charakter an sich tragen. Als Beispiel führe ich die bekannte, häufig kultivierte *Araucaria imbricata* an, deren bis 9 *cm* lange und bis fast 1 *cm* breite Blätter gar keine bestimmte Neigung zum einfallenden Lichte darbieten, unter demselben Winkel zur tragenden Achse stehen, welche Lage der Sproß auch zeigen mag. Nur an dem vertikal gerichteten Hauptstamm sind die Blätter stärker aufgerichtet, bilden also einen kleineren Winkel zur tragenden Achse als an den anderen Sprossen. Aber auch diese Blätter können noch als aphotometrische angesehen werden.

---

[1] Lichtgenuß, p. 74.

Als Beispiel einer Pflanzengattung, welche in kalten und gemäßigt temperierten Gebieten vorkommt, aber überall den aphotometrischen Charakter bewahrt, nenne ich das Genus *Pinus*.

Der aphotometrische Charakter des Föhrenblattes (Föhrennadel) spricht sich ebenso deutlich im anatomischen Baue wie im physiologischen Verhalten aus, wie ich schon früher auseinandersetzte.[1] Die Föhrennadel ist im wesentlichen konzentrisch gebaut und speziell das grüne Mesophyll befindet sich in ausgesprochen konzentrischer Anordnung, so daß das Licht von allen Seiten her auf die Chlorophyllkörner treffen kann. Die Lage der ausgewachsenen Föhrennadel hat gar keine Beziehung zum Lichteinfall, was sich schon dadurch zu erkennen gibt, daß ihre morphologischen Oberseiten ebenso häufig nach unten als nach oben gekehrt erscheinen. Eine dem photometrischen Blatte stets innewohnende Tendenz, die morphologische Oberseite des Blattes dem Lichte zuzuwenden, besteht gar nicht. Der sonst im Blatte so scharf ausgeprägte epinastische Charakter fehlt in der Regel den aphotometrischen Blättern.

Der hohe Lichtgenuß unserer auf starkes Sonnenlicht angewiesenen Föhren (*Pinus silvestris* und *P. nigricans*) bringt es mit sich, daß fast jede Nadel derselben bei Sonnenschein vom direkten Sonnenlichte getroffen wird. Da die Richtung der Sonnenstrahlen sich fortwährend ändert und das Blatt bezüglich der Beleuchtung eine unbestimmte, wenn auch nach Beendigung des Wachstums unveränderliche Lage besitzt, so ist es begreiflich, daß die Sonnenstrahlen, von welcher Richtung sie auch kommen mögen, zu den Chlorophyllkörnern gelangen können, wie ja selbstverständlich auch das diffuse Licht am Tage fortwährend die Chlorophyllkörner erreicht. In beiden Fällen wird dem Blatte ein großer Lichtüberschuß dargeboten, so daß eine ökonomische Ausnützung des Lichtes nicht not-

[1] Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke, l. c., p. 11; Über die anatomischen Verhältnisse des aphotometrischen Blattes der hochnordischen *Cassiope tetragona*; Lichtgenuß im arktischen Gebiete, l. c., p. 399 ff.; ferner K. Linsbauer, Zur Anatomie der Vegetationsorgane von *Cassiope tetragona*. Diese Berichte, Bd. 109 (1900), p. 685 ff.

wendig ist und im Einklange damit auch keine Einrichtungen hierzu angetroffen werden.

Nach den bisherigen gesicherten Erfahrungen kann man sagen, daß jene Gewächse, welche aphotometrische Blätter besitzen, durch hohen, nur innerhalb enger Grenzen schwankenden Lichtgenuß ausgezeichnet sind. Es ist aber nicht erlaubt, diesen Satz umzukehren und anzunehmen, daß alle Gewächse, welche durch hohen, innerhalb enger Grenzen schwankenden Lichtgenuß charakterisiert sind, notwendig auch stets aphotometrische Blätter besitzen müßten. Es gibt Fälle, welche direkt und in der auffälligsten Weise dartun, daß solche Gewächse auch photometrische Blätter ausbilden. Ich habe seinerzeit in Buitenzorg konstatiert, daß jene Holzgewächse, welche in den Tropen als sogenannte Schattenbäume zum Lichtschutz von Kaffee- und anderen Kulturen verwendet werden[1] (*Albizzia moluccana, Pithecolobium Saman* u. a.), den höchsten bis jetzt beobachteten relativen Lichtgenuß aufweisen (etwa $1-{}^1/_3$ bis $1-{}^1/_4$), aber dennoch photometrische Blätter ausbilden. Ich habe in meiner damaligen Abhandlung nicht direkt über den photometrischen, beziehungsweise aphotometrischen Charakter der Blätter dieser Bäume mich ausgesprochen, allein bezüglich *Albizzia moluccana* doch ausdrücklich gesagt, daß die Blättchen ihrer Fiederblätter bei hohem Sonnenstande sich aufrichten.

Wie sie sich im ausschließlich diffusen Lichte verhalten, habe ich damals nicht untersucht. Aber es ist zweifellos, daß *Albizzia moluccana*, trotz ihres enorm hohen Lichtgenusses und der engen Grenzen desselben, Blätter von ausgesprochen photometrischer Ausbildung besitzt. Man begreift die Zweckmäßigkeit dieser Relation. Die Lichtempfindlichkeit dieser Blättchen ist so groß, daß sie bei der hohen Lichtintensität, die sich infolge hohen Sonnenstandes, zumal in den Tropen, einstellt, zugrunde gehen müßten. So aber stellen sich die Blättchen infolge von durch intensives Licht hervorgerufenen Variationsbewegungen in die Richtung des einfallenden Strahles und sind dadurch vor schädigender Lichtwirkung bewahrt.

[1] Untersuchungen über den Lichtgenuß der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Kairo und Buitenzorg. Diese Berichte, Bd. 104 (1895), p. 668 ff.

Die Beziehungen des aphotometrischen Charakters des Laubblattes zu den Beleuchtungsverhältnissen lassen sich auf Grund der bisherigen Erfahrungen kurz folgendermaßen zusammenfassen:

Pflanzen, deren Laub infolge hohen relativen Lichtgenusses eine große Lichtfülle zufällt, besitzen in vielen Fällen aphotometrische Blätter.

Geht der aphotometrische Charakter dieser Blätter mit niederem absoluten Lichtgenuß einher, so benötigen dieselben keine besonderen Schutzmittel gegen Sonnenbeleuchtung. Wenn aber der aphotometrische Charakter des Blattes mit hohem absoluten Lichtgenuß verbunden ist, so muß, da ein solches Blatt in der Lage kein Mittel zur Abwehr starken Sonnenlichtes besitzt, die innere Organisation eine derartige sein, daß nur stark geschwächtes Sonnenlicht in ein solches Organ eindringen kann.

Worin die Fähigkeit des aphotometrischen Blattes besteht, starke direkte Sonnenstrahlung ohne Schädigung zu ertragen, läßt sich mit Bestimmtheit noch nicht sagen, da hierzu die erforderlichen anatomischen und experimentellen Untersuchungen fehlen. Aber mit einiger Wahrscheinlichkeit läßt sich nach mancherlei einschlägigen Wahrnehmungen sagen, daß solche aphotometrische Blätter einen weitreichenden Lichtschutz in jenen Geweben besitzen, welche das chlorophyllhaltige Gewebe bedeckt, so daß zu den Chlorophyllkörnern nur ein sehr geschwächtes Licht gelangen kann. Hand in Hand damit sind aber auch noch andere Schutzeinrichtungen, insbesondere gegen starke Erwärmung und starke Transpiration erforderlich. Daß alle kleinvolumigen Blätter infolge der ihnen zukommenden großen Oberfläche im Vergleich zu ihrem körperlichen Inhalt einen außerordentlichen Wärmeschutz aufweisen, habe ich schon in einer früheren Abhandlung genau erörtert.[1]

Es bleibt zu untersuchen übrig, ob nicht auch bei niederem Lichtgenuß das Blatt mancher Pflanze sich aphotometrisch ausbilden könne. Bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit,

[1] Siehe Anmerkung 1 auf p. 120.

welche die Pflanzen nicht nur in bezug auf die Anpassung an die Lichtstärke, sondern in fast allen morphologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten darbieten, ist dies von vornherein nicht auszuschließen. Es könnte aber dieser Fall nur bei Pflanzen vorkommen, welche ein außerordentlich geringes Lichtbedürfnis besitzen, die also einen sehr geringen absoluten Lichtgenuß oder wenigstens ein sehr tief liegendes Lichtgenußminimum aufweisen. Es scheint mir, als würde bei manchen auf schattigen Standort angewiesenen Moosen das Blatt aphotometrischen Charakter besitzen. Aber ich habe nach dieser Richtung bisher keine genaueren Untersuchungen angestellt. Es scheint mir auch, daß die als Topfpflanze so oft kultivierte *Aspidistra elatior* trotz ihres anscheinend sehr tief gelegenen Lichtgenußminimums in diese Kategorie zu stellen sei. Die Blattfläche hängt gekrümmt zum Licht über und diese Fläche hat keine ausgesprochene Beziehung zum Lichteinfall. Doch wirkt bei der fixen Lage des Blattes der Blattstiel insofern mit, als derselbe selbst in sehr schwachem Lichte positiv heliotropisch ist, wodurch die Blattlamina gezwungen wird, nach dem Lichte überzuhängen.

Wenn man sich bloß auf die bisher sichergestellten Erfahrungen stützt, so findet man den niedrigsten Lichtgenuß gerade mit höchster Lichtökonomie, also mit der vollendetsten photometrischen Ausbildung vereint. Aber so wie mit höchster Lichtfülle und großer Lichtstärke das Blatt einer Pflanze sich je nach seinen besonderen Eigenschaften aphotometrisch oder panphotometrisch, ja, wie wir später sehen werden, sogar auch euphotometrisch ausbilden kann, so könnte auch bei sehr niedrigem Lichtgenuß die Pflanze auf Grund besonderer Eigentümlichkeit aphotometrische Blätter hervorbringen. Man muß in biologischen Fragen stets mit der Unerschöpflichkeit der Mittel rechnen, welcher sich die Natur zur Erreichung ihrer Zwecke bedient.

III. Das photometrische Blatt.

Was unter einem photometrischen Blatt zu verstehen ist, wurde oben schon gesagt. Während das aphotometrische Blatt seinen Lichtbedarf nur durch seine Form und Struktur regeln

kann, gesellt sich bei dem photometrischen Blatte zu den Vorteilen der Form (im weitesten Sinne, also auch der inneren Form: der Struktur) auch die der Lage: das Blatt, beziehungsweise seine Teile nehmen zum Licht und, wie man hinzufügen muß, durch das Licht eine Lage zu den einfallenden Strahlen ein, welche entweder dazu dient, das Licht möglichst auszunützen oder dasselbe so weit abzuwehren, als es schädigend wirken könnte. Dadurch sind zwei Haupttypen des photometrischen Blattes gegeben, die ich schon früher genau definierte und als euphotometrische und panphotometrische Blätter bezeichnete.[1]

Das euphotometrische Blatt ist dadurch ausgezeichnet, daß es genau senkrecht auf das stärkste diffuse Licht des ihm zufallenden Lichtareals zu stehen kommt.[2] Das panphotometrische Blatt ist hingegen dadurch charakterisiert, daß es einen Teil des auf dasselbe fallenden direkten Sonnenlichtes, so weit dasselbe infolge seiner Intensität schädigend wirken könnte, mehr oder weniger vollständig abwehrt, hingegen gleichzeitig viel von dem vorhandenen diffusen Licht aufnimmt.[3]

Das photometrische Blatt erreicht in seinen beiden eben kurz geschilderten Formen nach Beendigung des Wachstums entweder einen stationären Zustand (»fixe Lichtlage«, siehe hierüber Paragraph IV) oder kann über diesen Zustand hinaus sich je nach den Beleuchtungsverhältnissen zum Licht orientieren (»variable Lichtlage«, siehe hierüber Paragraph VII).

IV. Fixe Lichtlage der Blätter.[4]

Die »fixe Lichtlage« der Blätter kommt während des Wachstums zustande. Nach Beendigung des Wachstums kann sie nicht mehr geändert werden.

---

[1] Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke, l. c., p. 2 ff.

[2] Wiesner, Heliotropische Erscheinungen, II (1880), p. 40.

[3] Siehe hierüber Paragraph VI.

[4] Dieser nun allgemein eingeführte Terminus technicus wurde von mir zuerst im zweiten Teile meiner »Heliotropischen Erscheinungen« (1880), p. 40, angewendet.

Jedes Blatt, welches durch Wachstum seine Bewegungen beherrscht, wird selbstverständlich schließlich, nämlich nach Beendigung des Wachstums, eine fixe Lage annehmen. Von einer »fixen Lichtlage« kann aber nur bei solchen Blättern gesprochen werden, welche im Lichte sich entwickeln. Solche Blätter, zumal die im Lichte funktionierenden Blätter, nämlich die Laubblätter, sind aber entweder photometrisch oder aphotometrisch. Nur das photometrische Blatt nimmt eine »fixe Lichtlage« ein. Das aphotometrische Blatt muß selbstverständlich nach Beendigung des Wachstums gleichfalls eine unveränderliche Lage einhalten. Da dieselbe aber weder eine Beziehung zum Lichteinfall aufweist, noch überhaupt durch das Licht hervorgerufen wird, so kann hier von einer »fixen Lichtlage« nicht gesprochen werden, sondern nur, wenn man will, von einer »fixen Blattlage«.

Dennoch kann es vorkommen, daß eine solche »fixe Blattlage« aphotometrischer Blätter eine »fixe Lichtlage« vortäuscht, indem sich eine Beziehung der Richtung zum Lichte gewissermaßen nur — man verzeihe den nicht glücklich gewählten Ausdruck — zufällig einstellt, welche aber vom Licht unabhängig zustande kommt. Ich will dies durch ein Beispiel erläutern. Durch Epinastie und negativen Geotropismus kommen antagonistische Bewegungen zustande, welche nicht selten zu Gleichgewichtszuständen führen, die höchst günstige Beleuchtungsverhältnisse bedingen. Es kann z. B. durch Entgegenwirken von Epinastie und negativem Geotropismus eine Horizontalstellung der Blätter herbeigeführt werden, wodurch dieselben z. B. im Walde, wo das Zenitlicht das stärkste diffuse Licht ist, der günstigsten Beleuchtung des Standortes angepaßt erscheinen. Solche Blätter scheinen also photometrisch zu sein, sind es aber nicht und es wird stets besonderer Prüfungen bedürfen, um zu entscheiden, ob ein Blatt faktisch photometrisch ist, d. h. ob es faktisch das Licht ist, welches für die Lage des Blattes den Ausschlag gibt. Ich habe schon früher auf Blätter aufmerksam gemacht, welche, ohne photometrisch zu sein, doch eine günstige Lage zum Licht einnehmen. Ich habe diese Blätter als pseudophotometrisch bezeichnet.[1]

[1] Lichtgenuß, p. 127.

Ich komme weiter unten noch näher auf diesen Gegenstand zurück.

V. Das euphotometrische Blatt bei fixer Lichtlage.

Was zunächst das bei fixer Lichtlage sich ausbildende euphotometrische Blatt anlangt, so kann dasselbe einen physiologischen Charakter annehmen, der durch die denkbar vollständigste Lichtökonomie ausgezeichnet ist. Es ist dies bei den schattenständigen Blättern vieler Bäume und zahlloser kraut- oder staudenartiger Pflanzen der Fall. Das Blatt ist dann straff, eben ausgebreitet und umschließt ein grünes Mesophyll, welches, man könnte beinahe sagen, in einer ebenen Fläche (richtiger gesagt, in einer ebenen Schichte) ausgebreitet ist. Das Blatt und damit die Chlorophyllschichte stellt sich genau senkrecht auf das stärkste ihm dargebotene diffuse Licht, so daß hier wirklich von einer vollendet ausgebildeten Lichtökonomie die Rede sein kann. Ein so ausgebildetes euphotometrisches Blatt stellt sich in den schroffsten Gegensatz zum aphotometrischen.

Über die Verbreitung des euphotometrischen Blattes habe ich erst im letzten Sommer eingehende Studien angestellt, weil das von mir angegebene ältere Verfahren zur Entscheidung der Frage, ob ein Blatt euphotometrisch ist oder nicht, so umständlich war, daß ich mich bei Anwendung desselben sehr einschränken mußte. Mein neues Verfahren, die genannte Frage mit Zuhilfenahme des von mir beschriebenen Skioklisimeters[1] zu lösen, ist so expeditiv, daß man es leicht bei zahlreichen Pflanzen in Anwendung bringen kann. Ich habe dieses Instrument im Sommer und Herbst des abgelaufenen Jahres (1910) zuerst in Wien, dann in Baden (Niederösterreich) und zuletzt (September und Oktober) in Abbazia reichlich zur Bestimmung des photometrischen Charakters der Blätter benutzt und bin zu dem Resultate gelangt, daß dem mit fixer Lichtlage verbundenen euphotometrischen Blatt eine außerordentlich große Verbreitung im Pflanzenreiche zukommt und wenigstens in mittleren Breiten und geringen

[1] Siehe Note 3 auf p. 120.

und mittleren Seehöhen die verbreitetste Form des photometrischen Blattes zu sein scheint. Vielleicht herrscht in wärmeren Xerophytengebieten das panphotometrische oder sogar aphotometrische Blatt vor. Sicheres läßt sich darüber nicht sagen, da nach dieser Richtung genügend ausgedehnte Beobachtungen nicht vorliegen. Was bisher in wärmeren Xerophytengebieten über den photometrischen Charakter der Blätter beobachtet wurde, scheint obige Vermutung zu bestätigen. Allein zur Generalisierung ist wie immer, so auch hier um so größere Vorsicht geboten, als nach Beobachtungen, die ich in Niederösterreich und in Istrien anstellte, selbst bei freier Exposition der betreffenden Gewächse, also im Vollgenusse des dargebotenen Sonnenlichtes, das Blatt derselben sich euphotometrisch ausbilden kann, ja bei manchen Pflanzen sich typisch in dieser Art ausbildet. Auf diesen merkwürdigen Gegenstand komme ich später noch näher zurück.

Daß im hocharktischen Vegetationsgebiet das euphotometrische Blatt fast fehlt und nur unter dort selten eintretenden Beleuchtungsverhältnissen zur Ausbildung gelangen kann, ist schon früher erörtert worden.

Was die euphotometrische Ausbildung des Laubes der im heißfeuchten Tropengebiete vorkommenden Pflanzen anlangt, so habe ich eine solche dort vielfach beobachtet.[1]

VI. Das panphotometrische Blatt bei fixer Lichtlage.

Das euphotometrische Blatt wurde gleich anfangs, als ich diesen Typus aufstellte, genau charakterisiert als ein photometrisches Blatt, dessen Lage durch das diffuse Licht bestimmt wird, da es sich auf das stärkste diffuse Licht des Standortes senkrecht stellt, wie im vorigen Paragraphen auseinandergesetzt wurde. Es schien sicher, daß das Schattenblatt, sofern es überhaupt photometrisch ist, als euphotometrisch anzusehen ist, und es lag sehr nahe, das euphotometrische Blatt mit dem

[1] Wiesner, Pflanzenphysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. I. Beobachtungen über die Lichtlage der Blätter tropischer Gewächse. Diese Berichte, Bd. 103 (1894).

Schattenblatt zu identifizieren, wobei natürlich vorausgesetzt wurde, daß ein solches Blatt schwaches Sonnenlicht und vorübergehend selbst starkes Sonnenlicht unbeschadet verträgt.

Wie ich im vorigen Paragraphen angab, gibt es aber auch Pflanzen, welche selbst im vollen Sonnenschein euphotometrische Blätter auszubilden befähigt sind, welche also trotz Sonnenstrahlung doch durch das diffuse Licht in ihre charakteristische Lichtlage kommen.

Es darf also das euphotometrische Blatt nicht ohne weiteres mit dem Schattenblatt identifiziert werden. Da der ausgesprochene, später genau zu schildernde panphotometrische Charakter nur im Sonnenlicht erfolgt, war ich früher geneigt, das panphotometrische Blatt mit dem Sonnenblatt zu identifizieren. Diese Identifizierung ist aber doch nicht vollständig zutreffend, sofern erst bei längerer und stärkerer Sonnenwirkung sich jene Charaktere einstellen, welche für das panphotometrische Blatt bestimmend sind.

Dieser Charakter besteht aber darin, daß Blätter dieser Art oder deren Teile dem starken Sonnenlicht durch die Lage ausweichen, dabei aber doch so gelagert sind, daß sie noch relativ viel diffuses Licht aufzunehmen vermögen.

Es ist somit nunmehr das panphotometrische Blatt ebenso genau charakterisiert wie das euphotometrische, und man wird, indem man diese Charaktere beachtet, niemals im Zweifel sein, ob man es mit einem euphotometrischen oder mit einem panphotometrischen Blatte zu tun habe. Hingegen wäre es nunmehr als verfehlt anzusehen, wenn man jedes Schattenblatt für ein euphotometrisches, jedes Sonnenblatt für ein panphotometrisches Blatt erklären würde.

Da der Charakter des panphotometrischen Blattes in der Abwehr zu starken Sonnenlichtes bei möglichster Ausnützung des diffusen Tageslichtes besteht, so leuchtet ein, daß man dasselbe in vollendetster Ausbildung und am häufigsten in den Tropen finden wird und daß vom Äquator aufwärts und abwärts bis zu den arktischen, beziehungsweise antarktischen Vegetationsgrenzen hin die Häufigkeit des

Vorkommens und die Schärfe der Ausbildung dieses biologischen Blattypus abnehmen müsse. Gelegentlich habe ich schon früher einige einschlägige Beobachtungen mitgeteilt, ohne aber wie hier die Tatsachen zusammenzufassen.[1]

Das panphotometrische Blatt ist, wie wir gesehen haben, physiologisch gut charakterisiert. In bezug auf seine morphologische Ausbildung zeigt es aber nicht jene Einheitlichkeit wie das euphotometrische, welches, wie schon bemerkt, stets durch ebene Ausbreitung ausgezeichnet ist. Das in fixer Lichtlage befindliche panphotometrische Blatt ist durch seine äußere Form und seine Lage oder durch die Lage seiner Teile in höchst mannigfaltiger Weise ausgebildet. Ich werde weiter unten auseinandersetzen, daß diese morphologische Ausgestaltung mit der physiologischen Funktion aufs innigste zusammenhängt.

Soweit ich nunmehr die Typen des panphotometrischen Blattes zu überblicken vermag, gelange ich zu folgender Übersicht:

1. Richtung des panphotometrischen Blattes. Bei vielen Pflanzen, besonders bei Holzgewächsen, spricht sich der panphotometrische Charakter des Blattes darin aus, daß es aufgerichtet erscheint. Es ist dies besonders auffällig bei jenen Holzgewächsen, welche im Sonnenlichte panphotometrische, im Schatten euphotometrische Blätter ausbilden, z. B. bei *Prunus Laurocerasus*, *Mespilus japonica*, *Calycanthus floridus*, zu sehen. Mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters findet man die Schattenblätter stets genau euphotometrisch, d. h. sie stellen sich genau senkrecht auf das stärkste ihnen zukommende diffuse Licht. Aber die Sonnenblätter zeigen ein anderes Verhalten. Das Skioklisimeter zeigt bei ihnen rasch an, daß sie nicht euphotometrisch sind, und es ist ganz augenfällig, daß sie stark aufgerichtet sind. Durch dieses Lageverhältnis sind sie gegen die schädigende Wirkung des stärksten direkten Sonnenlichtes geschützt. Die Lage dieser aufstrebenden Blätter ist, soviel ich gesehen habe, in der gemäßigten Zone niemals die

[1] Lichtgenuß der Vegetation von Wien, Kairo und Buitenzorg. Lichtgenuß im arktischen Gebiete. Über die Lichtlage der Blätter tropischer Gewächse.

genau vertikale. Diese Lage wäre für sie auch gar nicht von Vorteil, da die Sonne in diesen Vegetationsgebieten niemals den Zenit erreicht. Es zeigt sich vielmehr eine gewisse Annäherung an jene Richtung, welche den höchsten Sonnenständen der betreffenden Gebiete, und zwar zu jenen Zeiten entspricht, in welchen die Blätter ihr Wachstum abgeschlossen haben. Erfolgt der Wachstumsabschluß zur Zeit der größten Sonnenhöhe, so kann es vorkommen, daß die Lage der Blätter der größten Sonnenhöhe entspricht. Es ist dies aber nach meinen Beobachtungen doch nur ein seltener Fall. Kommt aber das Wachstum früher zum Abschluß, was sehr häufig der Fall ist, so wird zur Zeit der größten Sonnenhöhe das Blatt nicht jene Neigung haben, welche dem höchsten Sonnenstand entspricht, sondern eine geringere, wodurch eine Verminderung der Schutzwirkung gegeben ist. Es kann übrigens bei fixer Lichtlage nicht mehr erreicht werden als eine Annäherung an das günstigste Verhältnis, da mit Abschluß des Wachstums die Lage der Blätter jener Pflanzen, welche wir hier im Auge haben, unveränderlich bleibt, während die Sonnenhöhe sowohl im Tage als in der Vegetationsperiode sich ändert. Es werden also mittlere Lageverhältnisse erzeugt, welche eben mittleren Zuständen schädigender Sonnenbestrahlung entsprechen.

Die Sonnenblätter der tropischen Gewächse werden begreiflicherweise ihren panphotometrischen Charakter im allgemeinen schärfer ausbilden als die Gewächse mittlerer Breite, weil infolge stärkerer Sonnenbeleuchtung die Nötigung zu größerem Schutze vorhanden ist. Während bei uns (Wien) die Mittagssonnenhöhe vom März bis Juni bloß von etwa 35 bis 65° steigt, weicht sie am und in der Nähe des Äquators das ganze Jahr hindurch nur wenig von 90° ab. Und selbst in Buitenzorg (zirka 6° südl. Br.), wo ich durch mehrere Wintermonate meine Beobachtungen anstellte, schwankt zu dieser Zeit die Mittagssonnenhöhe bloß etwa zwischen 73 und 87°.

Wenn nun auch, wie aus meinen lichtklimatischen Untersuchungen hervorgeht, die Intensität der Sonnenstrahlung nicht einfach mit der Sonnenhöhe steigt, sondern sich Abänderungen der Lichtstärke einstellen, welche auf Zustände der Atmosphäre

zurückzuführen sind,[1] so ist es doch sehr einleuchtend, daß, klarer Himmel, also unbedeckte Sonne vorausgesetzt, eine zwischen 80 und 90° gelegene Sonnenhöhe eine bedeutend größere Stärke des direkten Sonnenlichtes herbeiführen wird, als jene ist, welche durch unsere höchsten, im Hochsommer herrschenden Sonnenhöhen vermittelt wird. Diese Sonnenhöhen schwanken nämlich (Wien) bloß etwa zwischen 55 und 65°.

Es ist also eigentlich selbstverständlich, daß die Schutzeinrichtungen der Laubblätter gegen zu starke Insolation in den Tropen viel schärfer ausgeprägt sein müssen als bei uns. Gerade jene Form des panphotometrischen Blattes, welche wir hier im Auge haben, tritt in den Tropen sehr auffällig hervor. So sagt G. Haberlandt:[2] »Das tropische Laubblatt hat weit mehr (als das der gemäßigten Vegetationsgebiete) mit der direkten Insolation zu rechnen und sich vor den nachteiligen Folgen derselben zu schützen. Es nimmt gewöhnlich eine solche Stellung an, daß die Strahlen der höher stehenden Sonne unter spitzem Winkel die Blätter treffen.«

Meine bald hierauf (1893 bis 1894) in Buitenzorg unternommenen Untersuchungen über die Lichtlage der Blätter[3] haben gelehrt, daß nicht nur panphotometrische, sondern auch euphotometrische Blätter an tropischen Gewächsen auftreten, ja letztere zumeist im Vergleiche zum panphotometrischen Blatte weit überwiegen und daß das panphotometrische Blatt nicht nur in der hier ins Auge gefaßten Form, sondern auch in anderen Formen auftritt. Es ist also die Tendenz des Tropenblattes, möglichst in die Richtung der einfallenden Strahlen zu gelangen, nicht der »gewöhnliche Fall«, wie Haberlandt meint, aber sein Ausspruch lehrt, wie auffallend gerade dort diese Form des panphotometrischen Blattes hervortritt.

---

[1] Wiesner, Untersuchungen über das photochemische Klima. Denkschriften der kaiserl. Akad. der Wiss., Bd. 44 (1896), Bd. 67 (1898), Bd. 80 (1906).

[2] G. Haberlandt, Eine botanische Tropenreise. Leipzig, Engelmann, 1893, p. 110 und 111.

[3] Wiesner, Pflanzenpsysiologische Mitteilungen aus Buitenzorg. I. Beobachtungen über die Lichtlage der Blätter tropischer Gewächse. Diese Berichte, Bd. 103 (1894).

Ich habe bei meinen diesbezüglichen Beobachtungen gefunden, daß in den Tropen zahlreiche Holzgewächse auftreten, welche in der Peripherie der Krone panphotometrische Blätter von dem in Rede stehenden Typus ausbilden, welche ihre Blätter wie bei vielen Pflanzen unserer Vegetationsgebiete nach aufwärts gerichtet haben. Aber in den Tropen fand ich auch panphotometrische Blätter, welche durch scharfe Abwärtsbewegung sich gegen starke Sonnenwirkung schützen. Das beste Beispiel in dieser Richtung bildet *Pavetta pulcherrima* T. et B., eine tropische Rubiacee, deren in jugendlichem Zustande vertikal stehende Blätter im äußersten Falle eine 180° betragende Bewegung ausführen müssen, um in die fixe Lichtlage zu gelangen.[1] Aber das ist ein extremer Fall, in anderen Fällen (*Laurium* sp., *Otophora pubescens* Bl.) reicht die Abwärtsbewegung nicht so weit. Ähnliches kommt auch bei manchen unserer Gewächse vor.

Es gibt in den Tropen nur wenige Gewächse, welche ausschließlich diese Form des panphotometrischen Blattes ausbilden. Es sind dies begreiflicherweise nur Gewächse mit schütterer Belaubung. Regel ist doch, daß die dichter belaubten Tropenbäume nur in der Peripherie panphotometrische, in der Tiefe der Krone euphotometrische Blätter zur Ausbildung bringen.

Im vollen Gegensatze zu diesen Verhältnissen des photometrischen Charakters der Blätter tropischer Gewächse stehen jene, welche sich an den arktischen Gewächsen zu erkennen geben und begreiflicherweise an den arktischen Vegetationsgrenzen am schärfsten in Erscheinung treten, wie oben (p. 121 ff.) bereits auseinandergesetzt wurde.

Ich füge hier einige Bemerkungen ein über das Auftreten panphotometrischer Blätter bei den Coniferen. Die Föhren (*Pinus* sp.) besitzen, wie wir gesehen haben, aphotometrische Blätter. Ihnen stellen sich die *Abies*-, *Picea*- und *Taxus*-Arten und manche andere, auf die ich hier nicht eingehe, gegenüber mit Blättern, die entweder euphotometrisch oder zum Teil panphotometrisch, zum Teil euphotometrisch ausgebildet sind.

[1] L. c., p. 18.

Bei *Abies pectinata* bildet die euphotometrische Ausbildung der Blätter an den Seitenzweigen die Regel. Es besagt dies ja schon der Speciesname: die Blätter stehen untereinander parallel wie die Zähne eines Kammes an der tragenden Achse, und zwar stehen sie in der Regel[1] an jedem Ästchen senkrecht zum stärksten diffusen Lichte. Anders ist es bei den Gattungen *Picea* und *Taxus*. Hier kommt es, wie bekannt, vor, daß die Blätter ebenso wie bei *Abies* gestellt sind; aber noch häufiger findet man die Tendenz zur Aufrichtung der Nadeln. Mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters kann man sich nun leicht und rasch davon überzeugen, daß, wenn die Nadeln eines Sprosses in einer Ebene liegen (an stark schattenständigen Sprossen), diese Nadeln den euphotometrischen Charakter besitzen, daß hingegen die Aufrichtung der Nadeln nur dort erfolgt, wo dieselben dem Sonnenlichte stark ausgesetzt sind. Die Aufrichtung dieser Blätter dient offensichtlich dem Zwecke, die Wirkung des auffallenden direkten Sonnenlichtes abzuwehren. Mit einem Worte: diese Blätter sind panphotometrisch und gehören jenem Typus der photometrischen Ausbildung des Blattes zu, welche wir hier im Auge haben. Ich komme auf die photometrische Ausbildung der Nadeln von *Picea* und *Taxus* in dem später folgenden Abschnitt noch zurück, welcher sich mit den Lichtverhältnissen beschäftigt, unter welchen ein und dasselbe Gewächs seine Blätter entweder euphotometrisch oder panphotometrisch ausbildet.

2. Panphotometrische Hohlformen der Blätter. Diese nicht selten auftretende Form des panphotometrischen Blattes ist dadurch charakterisiert, daß das Blatt sich nicht, wie dies bei dem euphotometrischen Blatte die Regel bildet, in eine Ebene ausbreitet, sondern entweder durch Erhebung der Blatthälften oder des Blattrandes hohl erscheint. Der Ausdruck »hohl« ist vielleicht nicht passend gewählt, es wollte sich aber keine andere kurze zusammenfassende Bezeichnung finden lassen. Ich habe beide Formen schon früher beschrieben.[2] Im ersteren Falle, z. B. bei *Syringa vulgaris* sehr typisch aus-

[1] An sehr stark besonnten Tannensprossen ist wohl auch eine Aufrichtung der Nadeln zu bemerken.

[2] Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. Biolog. Zentralblatt, Bd. 23 (1903).

gebildet, heben sich die beiden Blatthälften derart, daß sie einen Winkel bilden, wobei die Hälften eben bleiben. Im letzteren Falle wölbt sich der Rand in mehr oder weniger großer Breite empor, wobei der innere Blatteil eben bleibt. Das Blatt von *Viburnum Lantana* bildet ein gutes einschlägiges Beispiel. Die Emporwölbung kann im äußersten Falle die ganze Spreite beherrschen, wobei also kein Teil derselben eben bleibt. Das ganze Blatt ist dann nach oben konkav. Dabei bildet die Spreite gewissermaßen entweder eine kontinuierliche Hohlfläche oder aber jede Blatthälfte bildet für sich eine Hohlfläche und die beiden Hohlflächen schneiden sich im Medianus unter einem gewissen Winkel. Als Beispiel dieses Typus führe ich die Blätter von *Cercis siliquastrum* an. Der Grad der Hohlkrümmung der Blätter ist bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden, kann indes selbst bei einer Species stark variieren. Beispielsweise ist bei *Cercis siliquosa* die Krümmung stark, bei *Viburnum Lantana* schwach, bei *Evonymus japonicus* und *Buxus sempervirens* gewöhnlich gering, doch gibt es Spielarten beider Species mit starker Hohlkrümmung der panphotometrischen Blätter.

Die Fiederblätter von *Rosa*-Arten erheben sich mehr oder weniger stark, so daß das Blatt der Rose, obgleich es gefiedert ist, im wesentlichen doch den Charakter jenes Typus zeigt, den wir bei *Syringa vulgaris* kennen gelernt haben. Der Winkel, unter welchem sich die aufstrebenden Fiederblättchen schneiden, ist bei den verschiedenen Arten und Spielarten der Rose sehr verschieden. An einer großblätterigen Klimmrose habe ich in Abbazia die merkwürdige Beobachtung gemacht, daß die Blättchen sich so weit aufrichten, daß sie untereinander parallel gerichtet erscheinen. Diese Blättchen haben sich in die Richtung der direkten Sonnenstrahlung gestellt, in eine Richtung, welche einer bestimmten Sonnenhöhe entspricht. Aber diese Sonnenhöhe stimmte mit der maximalen Mittagssonnenhöhe des Beobachtungsortes nicht überein. Es entspricht der hier beschriebene Fall der vollständigsten Abwehr der direkten Sonnenstrahlen, der mir bei fixer Lichtlage untergekommen ist. Bei Pflanzen, deren Blätter eine variable Lichtlage annehmen, kommen, wie wir später sehen werden, solche

Fälle einer fast vollständigen Abwehr des direkten Sonnenlichtes häufig vor.

Eine Kombination des hier beschriebenen Typus mit dem früher (sub 1) charakterisierten kommt auch vor und ich kann diesbezüglich kein besseres Beispiel anführen als die Blätter von *Evonymus japonicus*. An der gewöhnlichen und ebenso an der so häufig kultivierten panaschierten Form sieht man, daß das panphotometrische Blatt sich stark aufrichtet, dabei aber auch häufig die Hohlform annimmt: das sich im Sonnenlichte aufrichtende Blatt ist oberseits (in kontinuierlicher Fläche) konkav.

Einen besonders interessanten, sich hier gut anschließenden Fall der Ausbildung des panphotometrischen Blattes fand ich bei der in Gärten in Freiland und in Töpfen häufig kultivierten *Cineraria* (*Senecio*) *maritima*. Meine Beobachtungen beziehen sich auf zahlreiche Individuen dieser Pflanze, die ich in Abbazia genau studierte. Die Pflanze wird dort in Gärten und Anlagen häufig kultiviert und kommt dort auch nicht selten in verwildertem Zustande vor. Selbst auf sehr sonnigem Standort ist das Laub dieser Pflanze nicht ausschließlich panphotometrisch, sondern, wenn auch nur zum geringen Teil, euphotometrisch. Es unterscheidet sich nun bei dieser Pflanze das panphotometrische Blatt von dem euphotometrischen nicht nur durch seine Form, sondern auch, und zwar höchst auffällig, durch Farbe und Bedeckung. Dieses panphotometrische Blatt ist nach dem Typus *Syringa vulgaris* ausgebildet, dazu ist es dicht filzig und fast schneeweiß, das euphotometrische ist selbstverständlich eben ausgebreitet und infolge seiner Kahlheit grün. Der Haarfilz schützt offenbar das Blatt vor der Wirkung zu starker Bestrahlung durch direktes Sonnenlicht, indem die auffallenden Sonnenstrahlen im Gewirre der Haarfilze reichlich zerstreut werden, und zudem trägt auch die Lage des Blattes, dessen Lappen häufig beinahe aufgerichtet sind und sich manchmal fast berühren, gleichfalls zur Abschwächung des Sonnenlichtes bei. Das euphotometrische Blatt dieser Pflanze liegt im Schatten der panphotometrischen Blätter, hat das Sonnenlicht nicht zu fürchten und entbehrt deshalb des lichtdämpfend wirkenden Haarkleides.

Es finden sich also nicht nur unter den Holzgewächsen, sondern auch unter den Stauden panphotometrische Hohlblätter vor, desgleichen unter den krautigen Gewächsen. Ich komme darauf später noch zurück und führe hier als eigenartiges Beispiel *Aristolochia Clematitis* an, bei welcher Pflanze ich alle Blätter nur in dieser Weise ausgebildet gesehen habe; euphotometrische Blätter bildet, so viel ich gesehen habe, diese Pflanze gar nicht aus.

Das panphotometrische Hohlblatt ist in der Regel nach oben konkav. Seltener kommt es vor, daß dasselbe nach oben konvex ist, wofür ich *Lycium barbarum* als Beispiel anführen will. Ich sehe eine Analogie in dieser verschiedenen Ausbildung des panphotometrischen Blattes zu dem sich eben ausbreitenden, aber entweder aufwärts oder abwärts gerichteten panphotometrischen Blatte. Die Aufrichtung ist der gewöhnliche, die Abwärtskrümmung der seltenere Fall, wie bei dem panphotometrischen Hohlblatte die (konkave) Aufwärtskrümmung der gewöhnliche, die (konvexe) Abwärtskrümmung der seltenere Fall ist.

3. Blätter der Kompaßpflanze. Ich rechne diese Blätter zu den panphotometrischen, was ich zuerst (1899) in meiner Abhandlung über die Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke ausgesprochen und motiviert habe. Das Kompaßblatt ist wie das euphotometrische Blatt immer ausgebildet ist und, wie das panphotometrische Blatt ausgebildet sein kann (erster Typus), eben ausgebreitet. Aber es unterscheidet sich von dem euphotometrischen und von den schon vorgeführten Typen des panphotometrischen Blattes dadurch, daß es durch Torsion des Blattgrundes zur Stammachse radial gerichtet wird und eine meridionale Richtung (S—N) annimmt. Wie Stahl[1] zuerst zeigte, erfolgt diese eigentümliche Lage durch das Licht. Es liegt also im Kompaßblatt ein spezieller Fall der Photometrie des Blattes oder, wenn man will, ein spezieller Fall von fixer Lichtlage des Blattes vor.

Stahl hat schon sehr richtig erkannt, daß nicht alle Blätter der Kompaßpflanze Kompaßblätter bilden, sondern daß je nach

[1] E. Stahl, Über die sogenannten Kompaßpflanzen. Zeitschrift für Naturwissenschaften, Jena, 1881.

den Beleuchtungsverhältnissen auch die gewöhnliche fixe Lichtlage des Laubblattes sich einstellen kann oder eine Aufrichtung der Blätter sich zu erkennen gibt.

In der von mir vorgeschlagenen Terminologie ausgedrückt, kann man sagen, daß Stahl bereits den bei schwacher Beleuchtung sich einstellenden euphotometrischen, ferner den oben beschriebenen ersten Typus des panphotometrischen Charakters der Blätter der Kompaßpflanze beobachtet hat und im Kompaßblatt eine neue Form der Blattphotometrie entdeckte, welche aber, wie ich schon früher angab und im nachfolgenden noch näher erörtern werde, einen speziellen Fall des panphotometrischen Blattes darstellt.

Ich habe in den letzten Jahren zahlreiche Beobachtungen über die Lichtlage der bekanntesten europäischen Kompaßpflanze, der *Lactuca Scariola*, angestellt, und zwar zum Teil im Freien, namentlich um Wien und Baden (Niederösterreich), zum Teil im pflanzenphysiologischen Institute, woselbst ich experimentelle Untersuchungen mit dieser Pflanze vornahm. Es ergab sich dabei, daß diese Pflanze, wie alle Kompaßpflanzen, in die große Zahl jener Gewächse gehört, welche im starken Sonnenlichte panphotometrische, im diffusen Tageslicht euphotometrische Blätter ausbilden, daß aber die Art und Weise der panphotometrischen Gestaltung einen spezifischen Charakter an sich trägt. Im schwachen Waldschatten sind die Blätter, wie ich oft beobachtet habe, euphotometrisch: die Blätter wenden ihre morphologischen Oberseiten nach oben und stellen sich, wenn das stärkste diffuse Licht vom Zenit einfällt, geradezu horizontal, wenn das stärkste Licht von vorn einfällt, zu diesem senkrecht.

Im Sonnenlichte richten sich die Blätter auf, wobei sie entweder ungedreht bleiben oder bei stärkerer Sonnenbeleuchtung gedreht werden und bei besonders starker Wirkung des Sonnenlichtes sich radial zur Stammachse stellen, ohne aber gerade immer die Meridianstellung einzunehmen. Ist die Pflanze frei exponiert, dann nehmen die Blätter, wenn nicht gerade eine längere Trübung des Himmels störend einwirkt, die Meridianstellung an, d. h. sie stehen in einer Vertikalebene, welche meridional (S—N) orientiert ist. In einem solchen Falle besitzt

Lactuca Scariola faktisch Kompaßblätter. In welchen anderen Fällen sie noch als Kompaßpflanze sich darstellen kann, ist am sichersten durch das Experiment zu erfahren. Kultiviert man die Pflanze an einem Südfenster, so orientieren sich die Blätter ebenfalls meridional. Läßt man die Sonne nur von Osten bis Südosten einwirken, so zeigen sie die Tendenz, sich in die Richtung SO—NW zu stellen, oder es erheben sich die Blätter, ohne sich zu drehen. Wirkt das Sonnenlicht von SW—W, so erfolgt gewöhnlich keine Drehung, sondern bloß eine schwache Aufrichtung. Lasse ich die Pflanze im Sonnenschein um die vertikale Achse rotieren, so richten sich die Blätter auf, ohne deutliche Torsion zu zeigen, selbst bei höheren Sonnenständen. In all den Fällen, in welchen die Blätter sich aufrichten, sind sie panphotometrisch, aber im Sinne des sub 1 vorgeführten Typus. Kultiviert man die Pflanze in ausschließlich diffusem Lichte, so stellen sich die Blätter senkrecht auf die Richtung des stärksten diffusen Lichtes, sie werden euphotometrisch. Im diffusen Oberlichte (wie im Walde) stellen sich die Blätter horizontal.

Wie man sieht, ist die Meridianstellung ein ganz spezieller Fall von panphotometrischer Ausbildung des Blattes bei fixer Lichtlage, und zwar der vollendetste Fall panphotometrischer Ausbildung, welcher bei fixer Lichtlage möglich ist: das Blatt steht in einer süd-nördlich orientierten Vertikalebene, so daß die Strahlen höchststehender Sonne an ihr vorübergehen, also auf das Blatt keine Wirkung ausüben können. Die Ober- und Unterseite sind nach Ost und West gewendet, wobei das Blatt von zwei Seiten her durch diffuses Licht reichlich bestrahlt wird. Natürlich kommt einem solchen Blatt auch von Osten und Westen direktes Sonnenlicht zu, das aber nicht so stark ist, als daß sich das Blatt dagegen zu wehren brauchte.

Aus meinen zahlreichen, im Freien an *Lactuca Scariola* angestellten Beobachtungen möchte ich noch hervorheben, daß die Blätter dieser Pflanze, wenn sie einer starken südöstlichen Beleuchtung ausgesetzt sind, sich aus der in der Anlage

begründeten Tangentialrichtung durch Torsion mehr oder minder stark in die Radialrichtung zu stellen bestrebt sind, wobei sie, entsprechend der wirksamen Sonnenbeleuchtung, die Lage SO -NW einnehmen. Bei südwestlicher Sonnenbeleuchtung habe ich eine analoge Tendenz wohl auch, aber weniger deutlich ausgeprägt, wahrgenommen.

So haben wir es in *Lactuca Scariola* mit einer Pflanze zu tun, deren Blätter drei verschiedenen Typen panphotometrischer Ausbildung angehören. Im schwachen (vorherrschend diffusen) Lichte sind die Blätter ausgesprochen euphotometrisch, in Sonnenbeleuchtung entweder einfach durch Aufrichtung (ohne Drehung) panphotometrisch oder endlich bei stärkster Sonnenbeleuchtung panphotometrisch durch Drehung, wobei im günstigsten Falle das Blatt **vertikal** in der Richtung des stärksten Lichteinfalles steht.

Im letzten Falle ist dieses Gewächs eine Kompaßpflanze im Sinne Stahl's. Es ist ganz verständlich, daß Stahl diese Ausbildung auf sonnigen Standorten an Pflanzen findet, welche infolge dürren Bodens »mager« sind. Die Blätter beschatten sich in diesem Falle so gut wie gar nicht. Ist die Pflanze hingegen üppiger, so entzieht ein Blatt dem anderen Licht und es kann das Blatt ohne Torsion aufgerichtet sein, ja die unteren Blätter können infolge Beschattung durch die oberen sogar euphotometrisch werden.

Über die Orientierung des Kompaßblattes zur Sonne (speziell zum Azimut der Sonne) folgt unten noch Näheres.

Es sind bis jetzt nur wenige Pflanzen als Kompaßpflanzen erkannt worden. Wie wir gesehen haben, ist das Blatt der Kompaßpflanze aber nur ein sehr fortgeschrittener Fall jener Form des panphotometrischen Blattes, in welchem dasselbe sich durch die Lage gegen die Wirkung stärksten Sonnenlichtes zu schützen trachtet. Es läßt sich annehmen, daß unter den Pflanzen, welche diese Form von panphotometrischen Blättern ausbilden, manche vorkommen, deren Laub die Tendenz hat, sich so wie das der Kompaßpflanzen zu verhalten. Ich kann diese Vermutung bis jetzt noch nicht genauer durch tatsäch-

liche Beobachtungen stützen, doch finde ich unter meinen Aufzeichnungen, daß die Blätter von *Eucalyptus*-Arten und die Phyllokladien von *Acacia*-Arten und selbst bei bestimmten Beleuchtungsverhältnissen die Phyllokladien von *Ruscus* sich so wie die Blätter von Kompaßpflanzen zum Lichte zu orientieren scheinen.

Auch unter den Pflanzen mit grundständigen Blättern, bei denen man es wohl am meisten erwarten möchte, scheinen manche vorzukommen, deren Blätter eine fixe Lichtlage aufweisen, welche sich jener der Blätter der Kompaßpflanzen nähert. Im Sommer 1909 habe ich im Salzburgischen in Tälern, welche eine nordsüdliche Erstreckung haben, wo also eine geringe östliche und westliche, wohl aber eine starke südliche Sonnenbeleuchtung herrschte, an zahlreichen Individuen von *Taraxacum officinale* die Beobachtung gemacht, daß die Blätter der Rosetten sich stark aufrichteten und meridional gestellt waren.

Jüngsthin veröffentlichte L. Lämmermayr[1] Beobachtungen über die Lichtlage der Blätter von *Botrychium Lunaria* und *Genista sagittalis*, welche sich ähnlich wie die Blätter der Kompaßpflanzen verhalten. Insbesondere hat er genauere Beobachtungen über die Blattlage der ersteren angestellt. Er fand, daß von 100 Individuen etwa 42 ihrer Blätter nach N—S orientiert hatten, sich also so wie die Kompaßpflanzen verhielten. Hingegen hatten 40 die Orientierung NO—SW und bloß 18 die Orientierung O—W.

Überblickt man alle eben vorgeführten Formen des panphotometrischen Blattes und vergleicht man dieselben mit dem euphotometrischen Blatte, so ergibt sich bezüglich der Lage dieser Blätter zum einfallenden Lichte ein großer Unterschied. Während das euphotometrische Blatt sich stets senkrecht auf das stärkste ihm zufließende diffuse Licht stellt und gar keine Beziehung zum direkten Sonnenlichte erkennen läßt, zeigt das panphotometrische in allen beobachteten Fällen die Tendenz, sich in die Richtung des Sonnenlichtes zu stellen und dabei so viel diffuses Licht zu gewinnen, als mit

[1] Österr. botan. Zeitschrift, 1910, p. 185 ff.

seiner Lage zum Sonnenlichte verträglich ist. Die Fähigkeit des Blattes oder eines Blatteiles, sich in die Richtung des Sonnenlichtes zu stellen, kann bei fixer Lichtlage des Blattes — und in diesem Paragraphen handelt es sich ja bloß um solche Blätter — nur so zu verstehen sein, daß das Blatt sich in die Richtung der Sonnenstrahlen eines bestimmten Sonnenstandes stellt.

Am vollkommensten ist diese Tendenz bei dem Kompaßblatte ausgeprägt, wo die Richtung dem jeweiligen höchsten Sonnenstande (Süd) folgt. Aber wir haben früher gesehen, daß die Blättchen jener oben genannten Klimmrose, welche sich bis zur gegenseitigen Berührung ihrer Oberflächen in die Richtung der Sonnenstrahlen stellen, sich einem hohen Sonnenstande angepaßt haben, aber, wenigstens in der Regel, nicht dem höchsten, da sie nicht die Orientierung N—S einhielten. Abgesehen von dem Kompaßblatte wird wohl bei panphotometrischen Blättern die Eigenschaft vorkommen, sich einem hohen Sonnenstande, wenn auch nicht dem höchsten, anzupassen. Ob sich nun das Blatt, wie das Kompaßblatt, genau nach N—S orientiert oder eine andere Stellung zum Einfall des direkten Sonnenlichtes zeigt, in allen Fällen ist die Lichtlage des panphotometrischen Blattes — natürlich immer fixe Lichtlage vorausgesetzt — ein während des Wachstums eingetretener stationärer Zustand, der nach Beendigung des Wachstums nicht mehr geändert werden kann. Wie schon oben bemerkt, entspricht diesem stationären Zustand entweder ein Endwert (Kompaßblatt) oder ein mittlerer Wert.

Eine kausale Erklärung des Zustandekommens der fixen Lichtlage ist wohl mehrmals versucht, aber bisher doch noch nicht gefunden worden; dies gilt sowohl für euphotometrische als für das panphotometrische Blatt. Mit diesem schwierigen Problem bin ich seit Jahren beschäftigt und hoffe, später einen weiteren Beitrag zur Lösung desselben veröffentlichen zu können.

VII. Die variable Lichtlage des Blattes.

Bei meiner Studie über die Lichtlage der Blätter habe ich fast immer nur den weitaus häufigsten Fall, die fixe Licht-

lage, vor Augen gehabt. Nur gelegentlich reflektierte ich auf jene Fälle der Lichtlage des photometrischen Blattes, welche je nach der Stärke des wirksamen Lichtes eine Veränderung der Lage zur Schau tragen. Vollzieht sich das Zustandekommen der fixen Lichtlage nur während des Wachstums, so tritt sichtlich die durch starke Lichtwirkung vollzogene veränderliche Lichtlage auch nach Abschluß des Wachstums ein. Es sind zweifellos Variationsbewegungen, welche hier die Lichtlage beherrschen, und es ist lange erwiesen, daß die im Sonnenschein sich vollziehenden Lageänderungen derartiger Blätter sich gerade dann erst deutlich einstellen, wenn das Wachstum des Blattes beendigt ist.

Einen einzigen Fall solcher veränderlicher Lichtlage habe ich bisher genau studiert. Derselbe betraf die Blätter von *Robinia Pseudoacacia*.[1]

Es ergab sich, daß jedes einzelne Blatt dieses Baumes je nach den Beleuchtungsverhältnissen befähigt ist, entweder den euphotometrischen oder den panphotometrischen Charakter anzunehmen. Im mäßigen oder starken diffusen Lichte und auch bei niederen Sonnenständen, wenn also das Licht ein gemischtes ist und aus diffusem Lichte und aus direktem Sonnenlichte von geringer Intensität besteht, ist das Blatt euphotometrisch: jedes Fiederblättchen und häufig das ganze gefiederte Blatt steht genau senkrecht auf dem stärksten diffusen Lichte. Wenn die Sonne sich höher erhebt und ihre Strahlen eine größere Intensität gewinnen, erheben sich die Blätter, die Sonnenstrahlen treffen unter immer kleineren Winkeln auf die Blätter, bis sich endlich diese parallel zu den Strahlen der Sonne stellen, wobei die Blättchen sich mit der Oberseite berühren. Diese Stellung wird im Sommer aber schon eingehalten, bevor die Sonne ihre größte Höhe erreichte. Das Blatt von *Robinia Pseudoacacia* ist unter dem Einflusse des direkten Sonnenlichtes und nur unter diesem Einflusse — diffuses Licht von noch so hoher Intensität bringt nach meinen

[1] Über die Anpassung der Pflanze an das diffuse Tages- und das direkte Sonnenlicht. Festschrift für Treub (Annal. de Jard. Botanique de Buitenzorg, 2e Ser., Suppl. III, Leiden 1909, p. 47 ff.).

Beobachtungen diesen Effekt nicht hervor - panphotometrisch geworden. Das Blatt dieses Baumes zeigt den höchsten Grad der Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse der Beleuchtung durch seine photometrische Ausbildung. Während bei fixer Lichtlage das Blatt entweder euphotometrisch oder panphotometrisch wird, also entweder das dargebotene diffuse Licht möglichst ausnützt oder bei Sonnenbeleuchtung das starke Sonnenlicht abwehrt und von dem diffusen Lichte nur soviel aufnimmt, als mit seiner Abwehr des schädlichen Sonnenlichtes verträglich wird, in jedem dieser beiden Fälle aber einen stationären Zustand annimmt, zeigt das Blatt von *Robinia Pseudoacacia* ein viel vollkommeneres Verhalten, indem es je nach den Beleuchtungsverhältnissen entweder euphotometrisch oder panphotometrisch wird und aus einem dieser Zustände immer wieder leicht in den anderen überzugehen vermag. Der Vorteil, den das Blatt durch diese vollendete photometrische Ausbildung gewinnt, liegt auf der Hand. Das bei fixer Lichtlage panphotometrisch gewordene Blatt bleibt in diesem Zustande fortwährend und wird deshalb bei bloß diffuser Beleuchtung weniger von dem diffusen Lichte aufnehmen, als wenn es den euphotometrischen Charakter besäße. Da aber gerade das diffuse Licht eine große physiologische Arbeit leistet, so erkennt man, daß die Fähigkeit eines Blattes, je nach den Beleuchtungsverhältnissen den euphotometrischen oder den panphotometrischen Charakter anzunehmen, der Pflanze einen größeren Vorteil gewährt, als die bei fixer Lichtlage sich einstellenden stationären photometrischen Zustände der Blätter der Pflanze zu bieten vermögen.

Überschaut man die in der photometrischen Ausbildung des Laubes begründete Anpassung des Laubblattes genau, so kann es gar nicht entgehen, daß bei allen photometrischen Blättern, ob sie nun die Fähigkeit besitzen, Variationsbewegungen auszuführen oder in fixer Lichtlage zu verharren, die spezifische Ausbildungsweise des photometrischen Charakters dieselbe bleibt: sie sind entweder euphotometrisch oder panphotometrisch. Der Unterschied in der Ausbildungsweise dieser Anpassungserscheinungen liegt nur darin, daß das Blatt ent-

weder die fixe Lichtlage annimmt und mithin nach Beendigung des Wachstums seine Lage zum Licht nicht mehr ändern kann oder daß es nach Beendigung des Wachstums noch durch Variationsbewegungen zum Lichte eine neue passende Lage anzunehmen vermag. So drängt sich also, ich möchte sagen von selbst, die Auffassung auf, daß der »fixen Lichtlage« eine »variable Lichtlage« gegenüberzustellen ist. Der Unterschied beider Formen der »Lichtlage der Blätter« braucht nach dem Vorhergehenden nicht mehr weiter hervorgehoben zu werden und es ist schon nach dem bisher Vorgetragenen selbstverständlich geworden, daß die »variable Lichtlage« der Blätter eine viel vollkommenere Form der Anpassung des Blattes an die Lichtstärke darstellt als die »fixe Lichtlage«.

Von dem hier schon erörterten Falle, den wir bei *Robinia Pseudoacacia* finden, ausgehend, will ich hier meine Beobachtungen, die ich über »variable Lichtlage« anstellte, zusammenstellen und diskutieren.

Doch möchte ich zunächst daran erinnern, daß ich gelegentlich schon auf Tatsachen hingewiesen habe, welche sich strenge genommen bereits auf die »variable Lichtlage« der Blätter beziehen. Schon in meiner Abhandlung über den Lichtgenuß der Gewächse von Wien, Buitenzorg und Kairo (1893/94) habe ich auf einige einschlägige Fälle hingewiesen. Ich will nur an die schon oben berührten sogenannten »Schattenbäume« erinnern. In meiner Arbeit über den Lichtgenuß der Pflanzen an den arktischen Vegetationsgrenzen habe ich darauf hingewiesen,[1] daß dort keine einzige Pflanze vorkommt, welche Variationsbewegungen auszuführen imstande ist, insbesondere fehlen dort vollständig die Papilionaceen, deren Blattorgane doch so häufig die Erscheinung der Variationsbewegung darbieten. An der arktischen Vegetationsgrenze sucht man deshalb — wie ich mich jetzt ausdrücken möchte — die »variable Lichtlage« des Blattes vergebens.

Es ist wohl auch ganz verständlich, daß die variable Lichtlage der Blätter, welche die vollendetste Anpassung der

[1] L. c., p. 368 ff. und p. 390.

Pflanze an die Beleuchtungsverhältnisse repräsentiert, unter der Herrschaft des arktischen Lichtklimas ganz unnötig erscheint. Wie wir gesehen haben, ist ja selbst die mit fixer Lichtlage verbundene photometrische Ausbildung dort häufig nicht zum Gedeihen der Pflanzen erforderlich und es erheben sich die Laubblätter dort gewöhnlich nur bis auf die oligophotometrische Stufe.

Zu meinen weiteren Studien über »variable Lichtlage« habe ich hauptsächlich Papilionaceen gewählt. Dieselben neigen sehr zur Ausbildung dieser Lichtlage und es gibt gewiß zahlreiche Arten, welche diese Eignung ihrer Laubblätter aufweisen, doch lange nicht alle. Es gibt Papilionaceen mit fixer Lichtlage, z. B. die von mir untersuchten *Genista*-Arten (*G. germanica*, *tinctoria*, *pilosa*). Daß auch *G. sagittalis* hierher zu rechnen ist, wurde schon oben berührt.[1] Ich bemerke ausdrücklich, daß unter den Papilionaceen auch Arten vorkommen, deren Blätter vollkommen aphotometrisch sind, z. B. die als kurze schmale Stacheln ausgebildeten Blätter von *Ulex europaeus*, und gewiß alle anderen Arten, welche ähnlich geformte Blätter besitzen.

Sehr eingehend habe ich in bezug auf »variable Lichtlage« *Coronilla emeroides* untersucht. Diese Pflanze ist mit der bei uns vorkommenden *Coronilla emerus* nahe verwandt, aber schon durch auffallend hohen Wuchs von letzterer unterschieden. Ich habe erstere Pflanze an mehreren Orten der adriatischen Küste, nämlich in Grignano (bei Triest), in Abbazia und auf Brioni in zahllosen Exemplaren vor mir gehabt und konnte die Verhältnisse der »variablen Lichtlage« an denselben eingehend studieren.

Ich will hier eine von mir in Abbazia angestellte, sehr interessante Beobachtung in den Vordergrund stellen, welche lehrt, daß im diffusen Lichte das Laub der genannten Pflanze einen streng euphotometrischen Charakter annimmt. Im Lorbeerwald von Abbazia sah ich einmal zufällig nebeneinander einen kleinen Strauch von *Ostrya carpinifolia* neben einem Strauch von *Coronilla emeroides*; die beiden hatten jene merkwürdige Form angenommen, welche manche mit euphotometrischem

[1] p. 144.

Laube bekleidete Sträucher oder verzweigte Bäume nicht selten im tiefen Waldesschatten annehmen.[1] Die Äste solcher Holzgewächse liegen nahezu in einer Horizontalfläche und eben in dieser Ebene liegen alle Blätter, die sich hier nach dem Zenitlichte orientieren, da unter diesen Beleuchtungsverhältnissen das Zenitlicht das stärkste ihnen dargebotene diffuse Licht ist. Diese Schattenformen von Holzgewächsen prägen es ohne allen Versuch — natürlich unter der übrigens leicht zu begründenden Voraussetzung, daß die Blätter photometrisch sind — auf das deutlichste aus, daß das Laub dieser Pflanzen euphotometrisch ist, da es sich nach dem stärksten ihm dargebotenen Lichte orientiert; sie lehren aber auch, daß diese Individuen an der untersten Grenze ihres Lichtbedarfes angelangt sind, da sie kein einziges Blatt hervorzubringen imstande gewesen sind, welches im Schatten ihres eigenen Laubes hätte bestehen können.

Ich habe über die Lichtlage der Blätter von *Coronilla emeroides* zahlreiche Beobachtungen angestellt, zunächst, um den Einfluß des diffusen Tageslichtes auf diese Lage noch näher kennen zu lernen. Es geschah dies erstlich an trüben Tagen, an welchen die direkte Wirkung des Sonnenlichtes von selbst ausgeschlossen war, sodann an sonnigen Tagen an solchen Stellen, an welchen nur zerstreutes Licht herrschte. An trüben Tagen konnte man mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters leicht den euphotometrischen Charakter der Blätter im diffusen Lichte konstatieren. An sonnigen Tagen hatte man aber wohl zu achten, ob in längeren Zeiträumen kein Sonnenstrahl die Blätter getroffen habe. In solchen Fällen ließ sich gleichfalls mittels des Skioklisimeters der euphotometrische Charakter der Blätter konstatieren. In besonderen Fällen gelingt dies sogar ohne diesen Apparat: wenn nämlich das Laub dieser Pflanze von starkem diffusen Vorderlicht bestrahlt wird; es stehen dann die Blättchen des Fiederblattes genau in einer der vertikalen sehr genäherten Ebene. Diese Blättchen bieten dadurch sehr anschaulich den euphotometrischen Charakter dar.

---

[1] Lichtgenuß der Vegetation von Wien, Kairo und Buitenzorg. Diese Sitzungsberichte, Bd. 104 (1894), p. 658.

Im Sonnenlichte offenbart sich die »variable Lichtlage« der Blätter dieser Pflanze, indem sich an allen Blättern, die, wie wir gesehen haben, im diffusen Lichte euphotometrisch sind, ein Umschlag in Panphotometrie zu erkennen gibt. Es zeigt sich ähnlich so wie bei *Robinia Pseudoacacia* die Tendenz der Blättchen, sich in die Richtung des einfallenden Sonnenstrahls zu setzen. Aber *Coronilla emeroides* ist in ihrer Reaktion gegen das Sonnenlicht stumpfer als unsere Akazie. Ich habe nie gesehen, daß die Blättchen sich genau mit der Oberfläche berührt hätten; vielmehr bildeten dieselben gewöhnlich einen mehr oder weniger großen Winkel. Freilich darf ich nicht unerwähnt lassen, daß ich meine Beobachtungen an *Coronilla emeroides* nicht zu Zeiten des höchsten mittäglichen Sonnenstandes (zweite Hälfte des Juni) machte, sondern in Grignano im April, in Abbazia und auf Brioni im September und Oktober.

Bei genauerer Durchsicht der Literatur wird man vereinzelte Angaben finden, welche sich ungezwungen als Fälle von »variabler Lichtlage der Blätter« zu erkennen geben. Ich nenne da vor allem einen sehr bekannten, weil oftgenannten und leicht und häufig zu beobachtenden Fall: die im Sonnenlicht erfolgende Profilstellung der Blätter von *Phaseolus*-Arten, insbesondere von *Ph. multiflorus*. Im diffusen Tageslichte weichen die Blätter dieser Pflanze in ihrer Lage zum Lichte von gewöhnlichen Laubblättern nicht ab und sind — soweit meine eigenen Beobachtungen reichen — unter den genannten Beleuchtungsverhältnissen euphotometrisch. Im Sonnenlichte von größerer Intensität trachten sie in die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen zu gelangen: sie sind also im Sinne unserer Begriffsbegrenzung panphotometrisch, verhalten sich dementsprechend im wesentlichen dem Lichte gegenüber so wie die Blätter von *Robinia Pseudoacacia*. In gleicher oder in ähnlicher Weise verhalten sich nach Angabe mehrerer Autoren auch noch andere Papilionaceen und nahverwandte Pflanzen aus anderen Abteilungen der Leguminosen, ferner Oxalideen u. a.

Diese im Sonnenlichte sich vollziehenden Variationsbewegungen, welche die »variable Lichtlage der Blätter« hervor-

rufen, können leicht als solche erkannt werden. Bei Rücksichtnahme auf die Entstehungsursache wird eine Verwechslung einer panphotometrischen, auf Variationsbewegung zurückzuführenden Blattlage mit anderweitig verursachten Variationsbewegungen nicht zu besorgen sein. Man darf sich nur nicht durch den Augenschein trügen lassen. Es ist allerdings Regel, daß bei variabler Lichtlage die panphotometrische Reaktion in der Weise erfolgt, daß die Blättchen eines Fiederblattes sich mit den Oberseiten berühren (bei *Robinia Pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa* etc.) oder hierzu die ausgesprochene Tendenz haben (*Coronilla emeroides*), was nur bei Aufwärtsbewegung erfolgen kann. Es gibt aber Fälle von Schlafbewegung, die ja ebenfalls auf Variationsbewegungen beruhen, bei welchen auch ein Aufwärtsstreben der Blätter zu einer Berührung der Oberseiten führt, z. B. bei *Mimosa pudica*.[1] Und während die Schlafbewegung gewöhnlich durch Abwärtsbewegung der Blättchen zustande kommt (z. B. bei *Robinia Pseudoacacia*), gibt es doch auch Pflanzen, welche dasselbe Bild bei panphotometrischer Lichtlage darbieten. Man muß eben auf die Ursache der Blattbewegung Rücksicht nehmen, um zu entscheiden, ob die Variationsbewegung der Blätter zur »variablen Lichtlage« führt. Für den Lichtschutz ist es im Grunde gleichgültig, ob die Bewegung der Blättchen nach aufwärts oder nach abwärts erfolgt, wenn nur das Ziel dieser Bewegung dahin gerichtet ist, in die Richtung der schädigend wirkenden Sonnenstrahlen zu gelangen. Dieses Ziel wird aber erreicht, mag das Blatt sich nach aufwärts oder nach abwärts stellen.

Aus einer großen Zahl von an verschiedenen Stöcken der *Coronilla emeroides* angestellten Beobachtungen muß ich im Zusammenhalt mit den an *Robinia* und anderen Pflanzen angestellten Beobachtungen schließen, daß auch bei »variabler Lichtlage« sich dieselbe Erscheinung einstellt wie bei fixer Lichtlage, daß nämlich bei verschiedenen Gewächsen der panphotometrische Charakter in verschiedenem Grade ausgeprägt ist. Am auffälligsten zeigt sich dies in jenen Fällen, welche ich

[1] Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. II, p. 483 f.

oben als »panphotometrische Hohlformen« zusammengefaßt habe. Ich nehme der größeren Anschaulichkeit halber den einfachsten Fall, den wir bei den panphotometrischen Blättern von *Syringa vulgaris* finden. Die Blatthälften erheben sich und schließen einen mehr oder minder großen Winkel miteinander ein. Dieser Winkel erreicht aber niemals den Wert Null, mit anderen Worten: es kommt niemals vor, daß die Oberseiten der Blatthälften sich faktisch berühren, also genau in die Richtung der Sonnenstrahlen kamen. Den extremen Fall, die faktische Berührung der Blattoberseiten, habe ich oben namhaft gemacht; ich fand denselben an der mehrfach schon erwähnten großblättrigen Klimmrose in Abbazia. So wie bei »fixer Lichtlage«, so zeigen also auch bei »variabler Lichtlage« die panphotometrischen Blätter sehr verschiedene Grade der Ausbildung. Ich sah dies selbst innerhalb der Grenzen einer und derselben Gattung, z. B. bei *Trifolium*. Die Blätter aller von mir beobachteten *Trifolium*-Arten zeichnen sich durch »variable Lichtlage« aus, im diffusen Lichte sind sie euphotometrisch, im Sonnenlicht offenbart sich aber der panphotometrische Charakter, indem die Blättchen aller Arten die Tendenz haben, die Richtung der Sonnenstrahlen zu gewinnen. Es geschieht dies aber in verschiedenem Maße. Es schien mir, daß *Trifolium*-Arten mit saftigen Blättern (z. B. *T. pratense*) und schwacher oder mangelnder Behaarung diese Eignung in höherem Grade besitzen als jene Kleearten, welche stark behaarte wasserarme Blätter besitzen, wie z. B. *Trifolium arvense*.

Ähnliches fand ich auch bei *Marsilia*-Arten. *M. quadrifolia* ist unter allen von mir untersuchten Pflanzen mit »variabler Lichtlage« diejenige, welche auf das direkte Sonnenlicht am feinsten reagiert. Schon bei einer Sonnenhöhe von 18 bis 20° beginnen die Blättchen sich nach der Richtung der Sonnenstrahlen zu orientieren, während die doch schon ziemlich empfindlichen Blättchen der *Robinia Pseudoacacia* sich erst zu erheben beginnen, wenn die Sonnenhöhe 20 bis 35° erreicht hat. Vergleicht man diesbezüglich die ganz kahlblättrige *Marsilia quadrifolia* mit *M. Drummondii*, deren Blätter stark behaart sind, so ergibt sich, daß die Blätter der letzteren viel

weniger sonnenempfindlich sind als die unserer Akazie oder der *M. quadrifolia*, indem sie erst bei einer Sonnenhöhe von 40 bis 45° sich zum Einfall der Sonnenstrahlen zu orientieren beginnen.

Beide *Marsilia*-Arten sind aber im diffusen Lichte euphotometrisch, wie ich denn überhaupt bei allen die »variable Lichtlage« aufweisenden Pflanzen gefunden habe, daß deren Blätter bei diffuser Beleuchtung euphotometrisch sind.

Was ich oben bloß angedeutet habe, tritt nunmehr mit voller Klarheit uns entgegen: Die »variable Lichtlage« repräsentiert die vollkommenste Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke des Standortes. Es zeigt sich nämlich, daß bei diesen Pflanzen jedes einzelne Blatt die Fähigkeit hat, je nach der Beleuchtung euphotometrisch oder panphotometrisch zu werden und bei jeder — nicht zu kurz anwährenden — Beleuchtungsänderung jenen Zustand anzunehmen, welcher unter den wirksamen Beleuchtungsverhältnissen der zweckmäßigste ist sowohl in bezug auf die Aufnahme des nützlichen als auf die Abwehr des schädlichen Lichtes.

VIII. Über den Unterschied in der Richtung euphotometrischer und panphotometrischer Blätter zum Lichteinfall.

Die Frage über die kausale Erklärung des Zustandekommens der Lichtlage euphotometrischer und panphotometrischer Blätter soll hier nicht erörtert werden. Ich behalte mir, wie schon bemerkt, vor, im Anschlusse an meine früheren, diesem Gegenstande gewidmeten Untersuchungen meine hierüber angestellten Beobachtungen und die hieraus abgeleiteten Anschauungen in einer später folgenden Abhandlung niederzulegen. Zweck dieses Paragraphen ist bloß der Nachweis des Unterschiedes, welcher sich in der Richtung der beiden genannten Arten photometrischer Blätter gegen das auffallende Licht zu erkennen gibt.

Schon aus den vorangegangenen Paragraphen geht klar hervor, daß sich die Richtungsverhältnisse der euphotometri-

schen Blätter von denen der panphotometrischen wesentlich unterscheiden, mögen diese biologischen Blattformen mit »fixer« oder mit »variabler« Lichtlage verbunden sein.

Höchst einfach sind diese Richtungsverhältnisse bei dem euphotometrischen Blatte: immer breitet sich dasselbe eben aus und die ebene Fläche, welche die Oberseite des Blattes begrenzt, steht senkrecht auf der Richtung des stärksten diffusen, auf das Blatt treffenden Lichtes. Es gibt sich in diesem Richtungsverhältnis die vollkommene Anpassung des Blattes an die diffuse Tagesbeleuchtung auf das klarste zu erkennen. Das euphotometrische Blatt nimmt in bezug auf die Beleuchtung jene Richtung an, die man so häufig nach Frank's Vorschlag als die transversalheliotropische bezeichnet, welcher bekanntlich Ch. Darwin's Diaheliotropismus zugrunde liegt.

Ganz im Gegensatze zum euphotometrischen Blatte tritt uns das panphotometrische Blatt, wie wir gesehen haben, in äußerlich sehr verschiedenen Formen und Richtungen entgegen. Achtet man aber genauer auf das Wesentliche dieser Form- und Richtungsverhältnisse, so tritt uns doch eine überraschende Einheitlichkeit im physiologischen Charakter all dieser als panphotometrisch zusammengefaßten Blätter entgegen. Mag ein solches Blatt als Hohlblatt, als Kompaßblatt oder wie immer ausgebildet sein: stets ist die Tendenz nachweisbar, durch Einstellung eines solchen Blattes oder von Teilen desselben in die Richtung des direkten Sonnenlichtes dem Einfluß dieses Lichtes sich dann zu entziehen, wenn dessen Wirkung infolge zu hoher Intensität schädigend einwirken würde. Diese Einstellung muß sich nicht gerade nur dem intensivsten Sonnenlichte gegenüber äußern, erfolgt aber doch im allgemeinen nur in einem Lichte von stärkerer Intensität. Und da die Richtung der Sonnenstrahlen im Laufe des Tages sich fortwährend ändert, so wird die Richtung des panphotometrischen Blattes, zumal bei fixer Lichtlage, entweder einem Endwerte der Intensität oder einem mittleren Intensitätswerte entsprechen.

Sowohl bei »fixer« als auch bei »variabler« Lichtlage wird die Tendenz, sich in die Richtung der direkten Sonnenstrahlen

zu stellen, in verschiedenem Grade sich ausprägen. Ich habe ja oben gezeigt, daß das panphotometrische Hohlblatt, wenn dessen Blatthälften eben sind oder die einer Blatthälfte entsprechenden Reihen von Blättchen in einer Ebene liegen, in verschiedenem Grade gegeneinander und zu den Sonnenstrahlen geneigt sind. Im extremsten Falle können diese Hälften sich berühren, wenn sie nämlich genau in die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen gekommen sind. Sie haben dann das Ziel ihrer Bewegung erreicht und damit den höchstmöglichen Schutz gegen die schädigende Wirkung des direkten Sonnenlichtes zuwege gebracht. Ich erinnere an die oben genannten Blätter einer Klimmrose und an die Blätter von *Robinia Pseudoacacia*. Ersterer Fall ist mit »fixer«, letzterer mit »variabler« Lichtlage verbunden. Die »variable Lichtlage« repräsentiert, wie schon bemerkt, die vollkommenere Form der Anpassung des Blattes an die Lichtstärke. Es ist deshalb ganz selbstverständlich, daß gerade bei der »variablen Lichtlage« sich häufig eine genauere Einstellung des Blattes, beziehungsweise seiner Teile in die Richtung des Lichteinfalles vollzieht.

Da das panphotometrische Blatt die Tendenz hat, sich in die Richtung des Lichtes (speziell des direkten Sonnenlichtes) zu stellen, so wäre diese Erscheinung bei jener weiteren Fassung des Begriffes »Heliotropismus«, den Pfeffer[1] vorschlug, als positiver Heliotropismus zu klassifizieren. Pfeffer versteht unter Heliotropismus alle jene Richtungsbewegungen, welche in Beziehung zur wirkenden Lichtrichtung stehen, ohne über die hierbei in Betracht kommenden physiologischen Prozesse irgend etwas »auszusagen oder vorauszusetzen«. Hier bewährt sich die Pfeffer'sche Aufstellung gewiß ganz gut; sie umschließt sowohl jene Fälle, welche bei »fixer Lichtlage« vorkommen und im wachsenden Organ sich vollziehen, als auch jene, welche bei »variabler Lichtlage« auftreten, wo das ausgewachsene Organ der Variationsbewegungen in seinen Richtungsverhältnissen zum Lichte beherrscht wird.

[1] Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. II (1904), p. 547.

Ich selbst habe den Begriff »Heliotropismus« anders als Pfeffer formuliert,[1] nämlich als eine durch das Licht bedingte Wachstumsbewegung. Dadurch erscheint der Begriff enger begrenzt, aber innerhalb dieser engen Grenzen schärfer gefaßt. Wer sich dieser meiner Fassung anschließt, kann das Wort Heliotropismus zur Zusammenfassung der ganzen Erscheinung nicht gebrauchen.

Ein Begriff kann nur durch eine Definition fixiert werden. Ist die Definition so scharf, daß kein Zweifel besteht, was der Begriff ausdrücken will, so hat er seine logische Berechtigung. Man darf deshalb weder meine Begriffsaufstellung noch die später von Pfeffer vorgeschlagene verwerfen. Denn jede bietet Vorteile, wenn sie scharf im Sinne der entsprechenden Definition Verwendung findet. Ich sagte ja schon, daß ich zur Zusammenfassung der Beziehung der Lage des photometrischen Blattes zum Lichteinfall den Begriff Heliotropismus im Sinne Pfeffer's für sehr zweckmäßig halte. Aber man darf nicht übersehen, daß die Ausdrücke Transversalheliotropismus (bezüglich des euphotometrischen Blattes) und positiver Heliotropismus (bezüglich des panphotometrischen Blattes), beide Worte im Pfeffer'schen Sinne gemeint, doch nichts anderes aussagen, als daß das euphotometrische Blatt sich senkrecht, das panphotometrische parallel zum Lichteinfall stellt oder zu stellen strebt.

Indes kann man jetzt schon sagen, daß der positive Heliotropismus im Sinne Pfeffer's bei »fixer Lichtlage« in ganz anderer Weise zustande kommt als bei »variabler« und daß in beiden Fällen der positive Heliotropismus im Sinne Pfeffer's in sehr mannigfaltiger Weise bewirkt wird. Der Transversalheliotropismus der euphotometrischen Blätter scheint allerdings eine ganz einheitliche Erscheinung zu sein, über dessen Zustandekommen wir aber, trotz mannigfaltiger Erklärungsversuche, noch fast ganz im Dunkeln uns befinden.

Mit einer großen Annäherung an die Wirklichkeit kann man den Satz aufstellen, daß sowohl die euphotometrische als

---

[1] Wiesner, Die heliotropischen Erscheinungen. Erster Teil (1878), p. 34 ff. Zweiter Teil (1880), p. 22 ff.

die panphotometrische Ausbildung des Laubblattes auf Heliotropismus im Pfeffer'schen Sinne beruhen. Trotzdem gibt es Fälle panphotometrischer Ausbildung des Blattes, welche man nicht ohne weiteres in dieses einfache Schema einreihen kann. Ich denke da an das Kompaßblatt. Es steht vertikal in der Richtung N—S und eine seiner Seiten ist kontinuierlich von Osten und die andere von Westen her, hauptsächlich diffus, beleuchtet. Mit Rücksicht auf die vorherrschend diffuse Beleuchtung könnte man ohne vielen Zwang sagen, daß ein solches Blatt transversalheliotropisch ist. Freilich ist sein Gleichgewichtszustand ein anderer als im gewöhnlichen Falle, wo ausschließlich die Oberseite senkrecht auf das stärkste diffuse Licht gestellt ist, während hier sowohl die Ober- als die Unterseite senkrecht auf dem stärksten ihnen zugänglichen diffusen Licht stehen. Wie ist aber die meridionale Lage des Kompaßblattes in Einklang zu bringen mit unseren Vorstellungen über den Heliotropismus? Man denkt da immer nur an lineare Verhältnisse, während hier die Lage einer Fläche in Betracht kommt. Die Mittelrippe des Blattes, welche ja nach dem Lichte gewendet ist, könnte man als heliotropisch orientiert bezeichnen. Aber die Orientierung des ganzen Blattes zum Lichteinfall fordert eine Fassung, welche bisher in der Pflanzenphysiologie nicht gebräuchlich war und die ich zuerst für einen anderen Zweck in Anwendung brachte, um zu zeigen, ob ein positiv heliotropischer Stengel im diffusen Tageslichte das Endziel seiner Bewegung erreicht hat. Es geschah dies durch Anwendung der in der Astronomie gebräuchlichen Begriffe Höhe (Parallelkreis) und Azimut (Vertikalkreis) mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters.[1] Die Lage des Kompaßblattes ist, dieser Auffassung zufolge, im Verhältnis zum stärksten Sonnenlichte heliotropisch orientiert, aber die Lage ist zudem eine solche, daß die Blattfläche im Vertikalkreis der Sonne zu stehen kommt.

Das photometrische Blatt ist, wie wir gesehen haben, entweder euphotometrisch oder panphotometrisch.

[1] Wiesner, Eine Methode zur Bestimmung der Richtung und Intensität des stärksten diffusen Lichtes eines bestimmten Lichtareals. Diese Sitzungsberichte, Bd. 119 (1910).

Es entsteht die Frage: Kann man von Graden der Ausbildung dieser beiden Blattypen sprechen?

Bezüglich des panphotometrischen Blattes ist die Antwort in den vorangegangenen Beobachtungen schon enthalten. Wir haben gesehen, daß der Grad der Ausbildung dieser Blattform ein sehr verschiedener sein kann. Doch gibt es auch hier Grenzfälle, wofür das Kompaßblatt ein ausgezeichnetes Beispiel bildet.

Es scheint in der Definition des euphotometrischen Blattes zu liegen, daß es keine Grade seiner Ausbildung geben könne. Allein man darf doch nicht übersehen, daß das Blatt in manchen Fällen, namentlich bei dem Übergang des panphotometrischen Blattes in das euphotometrische,[1] nur die Tendenz zur euphotometrischen Ausbildung hat, z. B. die Blattoberseite eine so schwache Konkavität aufweist, daß dieselbe zur Abwehr des direkten Sonnenlichtes absolut nichts beiträgt und bei der photochemischen Prüfung sich so gut wie euphotometrisch verhält, obgleich die Blattoberseite theoretisch doch weniger diffuses Licht auffängt als ein nach oben vollkommen eben begrenztes Blatt (das in der Natur natürlich nicht vorkommt!).

Von Graden der Ausbildung des euphotometrischen Blattes in dem Sinne wie beim panphotometrischen Blatte kann man also praktisch nicht sprechen. Im großen ganzen betrachtet, ist das euphotometrische Blatt im Vergleich zum panphotometrischen als einheitlich gestaltet zu betrachten.

Stumpf auf das Licht reagierende Blätter, welche den Übergang des aphotometrischen zum photometrischen bilden, haben wir oben schon als oligophotometrische bezeichnet.

Daß die Lagerungsverhältnisse des Blattes auf günstigen Lichteinfall eingerichtet sein können, ohne daß das Licht selbst die Ursache des Lagerungsverhältnisses bildet, ist oben bereits hervorgehoben worden. Ich habe solche Blätter als pseudophotometrische bezeichnet.

Solche pseudophotometrische Blätter kommen vielleicht häufiger in der Natur vor, als man anzunehmen geneigt ist.

---

[1] Siehe hierüber den folgenden Abschnitt.

Die fast allgemeine Verbreitung der spontanen Epinastie unter den photometrischen Blättern (vergl. oben p. 124) bringt es mit sich, daß das Blatt schon infolge dieser Eigenschaft seine Oberseite dem Lichte zuwendet. Dazu kommt aber noch, daß der Epinastie der Blätter sehr häufig bis zu einem bestimmten Grade negativer Geotropismus entgegenwirkt, was hin und wieder dahin führen kann, daß das Blatt an vertikaler Achse eine horizontale Stellung hervorruft, was für Oberlichtbeleuchtung die günstigste Lichtlage ist. Es kann also eine günstige Lichtlage an Blättern hervorgerufen werden, ohne daß das Licht die Ursache dieser Lage bildet. Das pseudophotometrische Blatt ist eben ein aphotometrisches.

Ich möchte hier nur auf zwei von mir gemachte Beobachtungsreihen hinweisen, welche zeigen, daß man — gewiß in vielen Fällen — durch sehr einfache Versuche entscheiden kann, ob ein Blatt photometrisch ist oder ob es Photometrie durch vom Licht unabhängige Wachstumsbewegungen vortäuscht, mit anderen Worten, ob es pseudophotometrisch ist.

Zu den Versuchen benutzte ich *Echeveria glauca* und *Goldfussia glomerata*. Die Versuchspflanzen waren eingetopft. Die Stöcke der *Echeveria* wurden in dreierlei Weise aufgestellt: normal, umgekehrt im Lichte und aufrecht im Dunkeln. In allen drei Fällen stellten sich die wachsenden Blätter in der gleichen Weise, nämlich quer zur Achse. Das Licht hat auf diese Stellung keinen Einfluß, auch die Schwerkraft ändert die Stellung nicht und es muß angenommen werden, daß die Lage des Blattes durch Epinastie beherrscht werde. Eine Spur von Aufrichtung der Blätter ist an der normal aufgestellten Pflanze im Vergleich zu der dunkel gehaltenen Pflanze wahrnehmbar, woraus man schließen darf, daß die spontane Epinastie der *Echeveria*-Blätter im Dunkeln sich vollständiger als im Lichte vollzieht. Der negative Geotropismus der Blätter wird im Finstern durch die verstärkte Epinastie völlig überwunden und kommt am normalen Blatte nur in sehr geringem Grade zur Geltung. Es zeigt sich also, daß der pseudophotometrische Charakter des *Echeveria*-Blattes fast ganz durch (spontane) Epinastie beherrscht wird.

Goldfussia glomerata gab ein anderes Resultat. Die Stöcke dieser Pflanze wurden normal, umgekehrt im Licht und umgekehrt im Dunkeln aufgestellt. Die im Dunkeln umgekehrt aufgestellten Pflanzen wendeten alle wachsenden Blätter nach aufwärts und die Enden sogar nach oben. Die Epinastie dieser Blätter ging in einzelnen Fällen so weit, daß der größte Teil des Blattes mit seiner Oberseite nach oben gewendet war. Die im Licht umgekehrt aufgestellten Stöcke zeigten folgendes interessante Verhalten. Die jungen wachsenden Blätter, welche eine Länge von $^1/_4$—$^1/_3$ erreicht hatten, verhielten sich so wie die Blätter der dunkel gehaltenen und umgekehrt aufgestellten: sie wendeten sich epinastisch und negativ geotropisch nach aufwärts und zum Teil sogar nach oben. Aber die im stärksten Wachstum begriffenen Blätter, die eine Länge von $^2/_3$—$^3/_4$ der ausgewachsenen Blätter zeigten, wendeten unter sichtlicher Drehung des Blattstiels ihre Blattoberseiten dem stärksten diffusen Lichte zu, stellten sich nämlich senkrecht auf dasselbe. Die jungen Blätter werden in ihrer Lage sowohl durch Epinastie als negativen Geotropismus, nicht aber durch Licht beherrscht, erst die älteren (aber noch wachsenden Blätter) werden durch das Licht orientiert.

Wie man sieht, ist das Blatt der *Goldfussia glomerata* photometrisch. Es ist im diffusen Lichte euphotometrisch. Aber, wie aus obigen Versuchen hervorgeht, stellt sich der photometrische Charakter der Blätter dieser Pflanze erst in späteren Entwicklungsstadien ein; in Jugendzuständen ist das Blatt hingegen pseudophotometrisch und die Lage wird bestimmt durch das Entgegenwirken von negativem Geotropismus und (spontaner) Epinastie, wie der Vergleich der im Dunkeln erfolgenden Emporkrümmung der Blätter lehrt.[1]

---

[1] Über Zusammen- und Entgegenwirken von Epinastie und negativem Geotropismus siehe Wiesner, Studien über den Einfluß der Schwerkraft auf die Richtung der Pflanzenorgane, diese Berichte, Bd. 111 (1902), ferner siehe hierüber auch Wiesner, Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. 20 (1902), p. 321 ff. Siehe weiter auch H. de Vries, Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg (1872), Wiesner, Heliotropismus, II. Teil (1880), und Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., Bd. 2 (1904), p. 688.

Aus diesen und anderen Versuchen schließe ich, daß der pseudophotometrische Charakter der Blätter entweder durch (spontane) Epinastie des Blattes allein oder durch das Entgegenwirken von Epinastie und negativem Geotropismus zustandekommt.

Zweiter Abschnitt.

Studien über Lichtgenuß.

Die Frage, um die es sich in diesem Abschnitt hauptsächlich handelt, lautet: Innerhalb welcher Lichtgenußgrenzen verhält sich das Blatt einer bestimmten Pflanze panphotometrisch und innerhalb welcher Grenzen euphotometrisch?

Auf Grund zahlreicher Beobachtungen habe ich schon früher im allgemeinen festgestellt, daß an einer und derselben Pflanze bei höheren Lichtgenußwerten (bei direkter Besonnung) der panphotometrische, bei niederen Werten (bei Beleuchtung im diffusen Lichte) der euphotometrische Charakter des Blattes zur Ausbildung gelangt. Es ist dies bei vielen Pflanzenarten der Fall. Es gibt aber auch Gewächse, deren Laub ausschließlich euphotometrisch oder ausschließlich panphotometrisch ausgebildet ist. Ich spreche hier zunächst nur von Gewächsen, welche den angegebenen photometrischen Doppelcharakter an sich tragen. Hat man es mit Holzgewächsen dieser Art zu tun, so kann an einem und demselben Baum oder Strauch der photometrische Doppelcharakter festgestellt werden; handelt es sich aber um eine kraut- oder staudenartige Pflanze, so entscheidet in der Regel der Standort, ob die Blätter sich euphotometrisch oder panphotometrisch ausbilden.

Das Neue, was ich in diesem Abschnitt bezüglich der genannten Erscheinungsform des Lichtgenusses vorbringen werde, ist die zahlenmäßige Feststellung der Lichtgenußwerte, bei welchen das Blatt panphotometrisch, beziehungsweise euphotometrisch ausgebildet wird. Diese zahlenmäßige Feststellung ist von hohem Interesse, da sie uns von einer neuen Seite her das Verhalten des Laubblattes verschiedener

Pflanzen zu den Graden der Lichtstärke der natürlichen Beleuchtungsverhältnisse vor Augen führt.

Es folgen dann weiter in diesem Abschnitt einige spezielle Beobachtungen über den Lichtgenuß von Pflanzen, welche innerhalb enger Grenzen hohen Lichtgenusses sich bewegen. Endlich bringe ich hier auch Belege für die Tatsache, daß bei manchen Pflanzen auch bei sehr hohem Lichtgenuß, selbst bei dem möglichen Maximum des Lichtgenusses (nämlich bei $L = 1$) der euphotometrische Charakter des Blattes erhalten bleiben kann. Da also selbst an stark besonnten Standorten euphotometrische Blätter zur Ausbildung gelangen können, so wird von einer neuen Seite her gezeigt, daß man das euphotometrische Blatt nicht einfach mit dem »Schattenblatt« identifizieren darf. Daß man auch das panphotometrische Blatt nicht einfach als »Sonnenblatt« ansehen dürfe, wurde schon oben auseinandergesetzt, wo gezeigt wurde, daß ersteres erst bei einer Sonnenwirkung von größerer Intensität zustandekommt.

Es handelt sich in der nachfolgenden Zusammenstellung nur um Gewächse, welche den genannten photometrischen Doppelcharakter an sich tragen, also teils euphotometrische, teils panphotometrische Blätter zur Ausbildung bringen.

Die nachfolgenden Daten stützen sich auf Beobachtungen, welche ich in den letzten drei Jahren zum Teil in Niederösterreich (Wien und Baden, während der ganzen Vegetationsperiode), zum Teil an der adriatischen Küste (Abbazia und Brioni im September und Oktober, Grignano im Frühling) angestellt habe.

1. *Buxus sempervirens.* Die Beobachtungen wurden in Wien und Baden ausgeführt. Nach früheren von mir durchgeführten Untersuchungen ist das Maximum des Lichtgenusses des Buchsbaums $= 1$, während das Minimum sehr tief, bei etwa $^1/_{100}$ gelegen ist. Der panphotometrische Charakter des Laubes spricht sich nicht nur in der gekrümmten, zumeist konvexen Form des Blattes, sondern auch in dem Aufrichtungsstreben des Blattes aus. Der euphotometrische Charakter des Laubes gibt sich gleichfalls in doppelter Weise zu erkennen: das Blatt ist eben und die euphotometrischen Blätter eines Sprosses liegen in einer Ebene oder haben die ausgesprochene

Tendenz, in eine Ebene sich zu stellen; die Anordnung der Blätter ist dann eine scheinbar zweireihige, besser gesagt, eine kammförmige, wie die der Nadeln eines Tannensprosses. Es läßt sich deshalb das panphotometrische Laub von dem euphotometrischen leicht unterscheiden.

An großem, dichtem, regulär geschnittenem Buchs wird man an den Nordseiten den euphotometrischen Charakter häufig gut ausgebildet finden, während an der Südseite der panphotometrische besonders gut ausgeprägt ist. An der Südseite eines solchen Buchsbaums ist der kritische Punkt des Lichtgenusses, nämlich jener, bei welchem der panphotometrische Charakter des Blattes aufhört und der euphotometrische beginnt, bei $^1/_{35}$ — $^1/_{40}$; an der Ost- und Westseite ist er aber höher gelegen, nach den mir vorliegenden Beobachtungen bei $^1/_{10}$, $^1/_{15}$, $^1/_{17}$ bis $^1/_{25}$. Daß an den Nordseiten eines solchen Gewächses der euphotometrische Charakter des Blattes nicht immer scharf, ja überhaupt nicht immer ausgebildet wird, geht erstlich aus der Tatsache hervor, daß im Hochsommer auch die Nordseite von der Sonne getroffen wird und bei nicht geschlossener Krone auch Südlicht auf das an der Nordseite des Baumes gelegene Laub einwirken kann.

Steht Buchs auf entschieden schattigen Standorten, so wird das ganze Laub euphotometrisch, die Blätter stehen alle förmlich zweireihig (kammförmig) und es erhält der Strauch dadurch ein ganz charakteristisches Aussehen. Im Badener Parke habe ich an einer schattigen Stelle zahlreiche nebeneinander gepflanzte Büsche von so gestaltetem Buchs ein paar Jahre hindurch zu sehen Gelegenheit gehabt.

2. *Taxus baccata*. Das Maximum des Lichtgenusses der Eibe ist = 1, das Minimum ist bisher noch nicht genau ermittelt worden. Es liegt augenscheinlich sehr tief. Nach einigen Beobachtungen, die ich in Wien und Umgebung anstellte, scheint es zwischen $^1/_{70}$ — $^1/_{80}$ gelegen zu sein. Auch bei diesem Holzgewächse ist die photometrische Ausbildung eine doppelte, indem die vorzugsweise schattenständigen Blätter euphotometrisch, die sonnenständigen panphotometrisch ausgebildet sind. Der Unterschied beider photometrischen Blätter liegt aber hier nicht in der äußeren Form, sondern in der Lage. So wie

beim Buchsbaum stehen auch bei der Eibe die euphotometrischen Blätter kammförmig, alle nahezu in einer Ebene, senkrecht zur Richtung des stärksten diffusen Lichtes, so daß häufig der ganze Sproß, so wie wir es bei Buchs kennen lernten, als euphotometrisch zu betrachten ist. Man kann aber auch bei der Eibe panphotometrische Sprosse unterscheiden, bei welchen die Blätter nicht in einer Ebene liegen, sondern sich mehr oder minder stark erheben. Das einzelne panphotometrische Blatt steht nicht in der auf die Richtung des stärksten diffusen Lichtes senkrechten Ebene, sondern ist mehr oder minder stark aufgerichtet und nähert sich der Richtung der Strahlen höherer Sonnenstände.[1]

Die Feststellung des kritischen Punktes des Lichtgenusses erfolgte an einigen hohen, dicht benadelten, kegelförmig geschnittenen Eiben im Badener Parke. An der Nordseite der Bäume trat der euphotometrische Charakter der Blätter stark hervor, an der Südseite der panphotometrische Charakter. Ost- und Westseiten verhielten sich intermediär. Der kritische Punkt des Lichtgenusses lag an der Südseite bei $^1/_{20}$, an den Ost- und Westseiten aber höher: es ergaben sich Werte, welche bis auf $^1/_{11}$ oder sogar $^1/_{10}$ hinabreichten.

3. *Evonymus japonica*. Dieses Holzgewächs wird in Abbazia in stattlichen Exemplaren kultiviert, sowohl die normale als die panaschierte Form. Es wurde schon oben (p. 138 und 139) bemerkt, daß das Blatt dieser Pflanze je nach der Beleuchtung entweder panphotometrisch oder euphotometrisch ausgebildet ist und das panphotometrische Blatt entweder durch Aufrichtung allein oder zudem auch durch konkave Krümmung der Oberseiten ausgezeichnet ist. Das Maximum des Lichtgenusses ist $= 1$, das Minimum ist tief gelegen, wurde aber noch nicht genau ermittelt. Nach den bisherigen Beobachtungen liegt es unter $^1/_{50}$. An den stark besonnten Teilen der Laubkrone reicht das panphotometrische Blatt bis zu einem Lichgenuß $= {}^1{}_{19}$ hinab.

4. *Laurus nobilis*. Die sonnenbestrahlten Blätter sind panphotometrisch durch Aufrichtung. An gut besonnten Bäumen

[1] Über das panphotometrische Blatt von *Taxus baccata* siehe oben p. 136 ff.

reicht der panphotometrische Charakter des Blattes bis $^1/_{16}$ hinab. Das Maximum des Lichtgenusses ist $= 1$, das Minimum ist schwer zu bestimmen, weil das Lorbeerblatt, natürlich ohne normal zu funktionieren, durch lange Zeit hindurch Dunkelheit verträgt, ohne abzusterben. Während sonst infolge späterer Überschattung unterhalb das Lichtgenußminimum geratende Blätter rasch absterben, erhalten sich derartige Lorbeerblätter lange und erschweren die Bestimmung dieses Kardinalpunktes des Lichtgenusses. Mit Sicherheit kann ich nach den bisherigen, von mir in Abbazia und auf Brioni angestellten Beobachtungen nur aussagen, daß das Minimum des Lichtgenusses von *Laurus nobilis* unter $^1/_{53}$ gelegen ist. Wahrscheinlich liegt es noch beträchtlich tiefer.

5. *Cercis siliquastrum*, Abbazia. Kritischer Punkt des Lichtgenusses für die Ausbildung des photometrischen Blattcharakters $^1/_{10}$, Maximum $= {}^1/_{1\cdot 5}$, Minimum noch nicht genau ermittelt, jedenfalls aber tief unter $^1/_{10}$.

6. *Broussonetia papyrifera*, Baden bei Wien. Kritischer Punkt an den Südseiten dichtbelaubter Bäume $^1/_{10}$, an Ost- und Westseiten $^1/_4$ oder selbst $^1/_3$. Maximum $= 1$, Minimum $^1/_{35}$.

7. *Syringa vulgaris*, Wien. Kritischer Punkt an den Sonnenseiten $^1/_4 - ^1/_6$. Maximum $= 1$, Minimum $^1/_{28}$.

8. *Mespilus japonica*, Abbazia. Kritischer Punkt bei $^1/_5$. Maximum $= 1$, Minimum unter $^1/_{25}$.

9. *Olea europaea*. In der Umgebung von Lovrana (Istrien, in der Nähe von Abbazia), wo der Ölbaum reichlich kultiviert wird, habe ich zahlreiche Beobachtungen über den Lichtgenuß dieses Baumes angestellt. Ich fand in der Regel den Lichtgenuß $= 1 - ^1/_9$ und in diesem Falle das Laub vollständig panphotometrisch ausgebildet. Doch fand ich einzelne Bäume, welche auffallend dichter belaubt waren als die sonst dort kultivierten, mit einem Lichtgenuß $= 1 - ^1/_{12}$. In der Nähe des Minimums, nämlich bei $^1/_{11} - ^1/_{12}$, hatten die Blätter entschieden schon den euphotometrischen Charakter angenommen. Hier tritt also der merkwürdige Fall ein, daß der kritische Punkt für die photometrische Ausbildung des Blattes in der Nähe des Lichtgenußminimums gelegen ist oder faktisch gar nicht erreicht wird.

10. *Ficus carica.* Nach Beobachtungen, welche ich in Abbazia anstellte, bietet der gemeine Feigenbaum in bezug auf die photometrische Ausbildung der Blätter im Vergleiche zum Ölbaum geradezu den entgegengesetzten Charakter dar. Im großen ganzen ist nämlich das Laub des Feigenbaumes euphotometrisch ausgebildet und nur in der Nähe des Maximums des Lichtgenusses (= 1) nimmt das Blatt einen deutlich ausgesprochenen panphotometrischen Charakter an, indem es ein »Hohlblatt« im oben (p. 137) angegebenen Sinne bildet. Es ist gewöhnlich nach oben konkav, selten konvex. Nach den von mir vorgenommenen photometrischen Messungen wird schon bei $L = {}^1/_{1\cdot 8}$ das Blatt von *Ficus carica* euphotometrisch. Minimum tief unter ${}^1/_{20}$.

11. Ich komme nun, nachdem ich den photometrischen Charakter einiger Holzgewächse geschildert habe, zu einigen interessanten photometrischen Studien, welche sich auf eine Staude beziehen.

Ich habe schon oben (p. 139) den photometrischen Doppelcharakter des Laubes von *Cineraria maritima* geschildert. Diese Pflanze besitzt ein weißfilziges, panphotometrisches Hohlblatt, während das euphotometrische Blatt eben und kahl oder fast kahl ist und grün gefärbt erscheint. Die Pflanze kommt auf den sonnigsten Standorten, auch bei völlig freier Exposition vor. Das Maximum des Lichtgenusses ist somit = 1. Das Minimum scheint bis ${}^1/_{50}$ hinabzureichen. Die von mir beobachteten Werte gehen von ${}^1/_{35}$ bis ${}^1/_{50}$ hinab. Meine Beobachtungen beziehen sich auf ausgebildete kultivierte und verwilderte Pflanzen, die man nicht selten am Strande von Abbazia findet. Um das wahre Minimum zu finden, müßte man die Pflanze bei verschiedenen Intensitäten im diffusen Lichte kultivieren, um zu sehen, bei welchem Anteil des Himmelslichtes sich die euphotometrischen Blätter noch ausbilden. Welcher Wert dem wahren Minimum auch zukomme, jedenfalls liegt der kritische Punkt des Lichtgenusses weit vom Minimum des Lichtgenusses entfernt. Ich fand diesen kritischen Punkt bei ${}^1/_{25}$, d. h. von einem relativen Lichtgenuß = ${}^1/_{25}$ an bis zum Minimum verhält sich das Blatt von *Cineraria maritima* euphotometrisch.

12. Es scheint mir hier am Platze, einiger Beobachtungen zu gedenken, welche ich an *Ficus stipularis* vor einigen Jahren im Frühling in Miramare und im letzten Herbst (1910) in Abbazia anstellte. Der höchst auffälligen Heterophyllie dieser bekannten Gewächshauspflanze wird oft gedacht. Die Pflanze bringt kleine dünne und große derbe Blätter hervor. Zwischen diesen beiden Kategorien von Blättern gibt es keinen Übergang. Das Laub dieser Pflanze zeigt also tatsächlich klar ausgesprochene Heterophyllie. Diese Heterophyllie prägt sich nun nicht nur in der äußeren Form (und, wie bekannt, auch im anatomischen Baue) des Blattes, sondern selbst im photometrischen Charakter des Blattes aus. Die kleinen dünnen Blätter sind nämlich euphotometrisch, die großen derben Blätter hingegen entweder panphotometrisch oder euphotometrisch. Der panphotometrische Charakter kommt in doppelter Weise zum Ausdruck: so wie bei *Evonymus japonicus* streben die Blätter nicht nur aufwärts, sondern werden auch zu »Hohlblättern« (im obigen Sinne), wobei die Oberseiten stets konkav werden. Von $L = {}^1/_4$—${}^1/_3$ an wird das große derbe Blatt eben und damit auch, wie die Beobachtung lehrt, euphotometrisch.

Die Lichtgenußgrenzen von *Ficus stipularis* sind noch nicht ermittelt worden; es scheint aber nach einigen meiner Beobachtungen, daß das Lichtgenußminimum bei den kleinen Blättern niedriger als bei den großen gelegen ist, was unter anderem daraus hervorgeht, daß die ersteren eine starke, die letzteren fast gar keine Überschattung vertragen.

13. Ein charakteristisches photometrisches Verhalten bietet *Crithmum maritimum* dar. Es ist dies eine in bezug auf den Lichtgenuß hoch gestimmte Pflanze. An den adriatischen Küsten habe ich diese Pflanze in zahllosen Exemplaren beobachtet. Ich finde, daß der Lichtgenuß derselben ein auffallend hoher ist und nur innerhalb sehr enger Grenzen ($1-{}^1/_7$) schwankt. Die Blätter sind so gut wie aphotometrisch und nur bei einigermaßen eingeschränktem Lichtzufluß werden sie schwach photometrisch (oligophotometrisch[1]). An der unteren Grenze des Lichtgenusses

[1] Siehe oben p. 123.

($^1/_6$—$^1/_7$) ändert sich nach meinen Wahrnehmungen der Habitus der Pflanze; es werden relativ viel Blätter und wenig oder gar keine Blüten gebildet, das Blatt ist reichlicher gefiedert, überhaupt reichlicher ausgestaltet, größer, aber weniger sukkulent und deutlich photometrisch.

Ich komme nun zu einem interessanten Gegenstand: zu der schon oben berührten Tatsache, daß Pflanzen existieren, welche auch ihre Sonnenblätter euphotometrisch ausbilden. Zu diesen Gewächsen gehören sowohl Holzgewächse als Stauden und krautartige Pflanzen.

Es gewinnt den Anschein, als würden derartige Gewächse sehr häufig vorkommen. Ich erinnere an jene zahllosen Pflanzen, welche eine grundständige flach ausgebreitete Blattrosette bilden, die, wie man häufig sagt, Wurzelblätter tragen. Man darf sich aber nicht durch den Augenschein täuschen lassen. Die horizontale Lage der sogenannten Wurzelblätter muß nicht gerade der Ausdruck einer euphotometrischen Ausbildung sein. Die Blätter könnten, wie ich mich oben ausdrückte, auch pseudophotometrisch[1] sein, d. h. sie können eine sehr zweckmäßige fixe Lichtlage annehmen, ohne daß das Licht die Ursache dieser zweckmäßigen Richtung bilden müsse. Es kann, wie ich oben zeigte, entweder spontane Epinastie oder diese mit negativem Geotropismus kombiniert eine pseudophotometrische Lage zuwege bringen. Um nur von grundständigen Blättern zu sprechen, so habe ich oben nachgewiesen, daß die Blätter der grundständigen Blattrosette der *Echeveria glauca* tatsächlich pseudophotometrisch sind, und habe gezeigt, wie die günstige, aber vom Licht unabhängige Lage zustande kommt. Es wird immer darauf ankommen, den photometrischen Charakter eines Blattes sicherzustellen, um Verwechslungen mit pseudophotometrischen Blättern hintanzuhalten.

Diese Vorsicht ist sowohl rücksichtlich der euphotometrischen als auch der panphotometrischen Blätter zu gebrauchen. Es gibt zweifellos Blätter, welche anscheinend panphotometrisch sind, tatsächlich aber nur den panphotometrischen Charakter vortäuschen, was häufig durch eine

[1] Siehe oben p. 160, 162.

stark ausgebildete spontane Epinastie herbeigeführt wird, also gänzlich unabhängig vom Lichte zustande kommt.

14. und 15. Unter den Holzgewächsen, deren der vollen Sonnenstrahlung ausgesetzte Blätter sich tatsächlich euphotometrisch ausbilden, nenne ich *Castanea vesca* und *Paliurus aculeatus*.

Meine auf *Castanea vesca* Bezug nehmenden Beobachtungen stellte ich an zahlreichen Bäumen an, welche in Abbazia und Lovrana auf sonnigen Standorten zu normaler Entwicklung gekommen waren. Ich fand, daß die Blätter der süßen Kastanie, mögen sie im Schatten der Laubkrone oder, der Sonne ausgesetzt, in deren Peripherie, zur Entwicklung gekommen sein, eben ausgebreitet sind und faktisch den euphotometrischen Charakter besitzen. Nur an den Südseiten, der Glut der Mittagssonne ausgesetzt, zeigt sich eine geringe Tendenz zur konkaven Wölbung des Blattes. Aber die Wölbung ist so gering, daß sie als Schutz gegen die schädigende Wirkung des direkten Sonnenlichtes absolut nicht angesehen werden kann. Breitet man an einem solchen Blatte photographisches Papier aus und vergleicht man die hierbei sich einstellende, durch das Licht hervorgebrachte Schwärzung mit einer unter genau denselben Verhältnissen zustandekommenden Schwärzung eines völlig eben ausgebreiteten Blattes, so findet man für gleiche Expositionszeiten keinen Unterschied im Farbenton; auch steht ein solches schwach gewölbtes Blatt fast genau senkrecht zur Richtung des stärksten diffusen Lichtes wie ein eben ausgebreitetes euphotometrisches Blatt. Man darf deshalb solche ganz schwach gewölbte Blätter noch immer als euphotometrisch betrachten. Daß die Blätter der süßen Kastanie nicht pseudophotometrisch sind, sieht man dort, wo sie sich gegen geneigt einfallendes diffuses Licht orientieren.

Es ist höchst überraschend, daß auch die Blätter von *Paliurus aculeatus* euphotometrisch sind, obgleich dieser xerophytische Strauch gewöhnlich auf den sonnigsten Standorten vorkommt. Man findet nun allerdings auch an dieser Pflanze wie bei *Castanea vesca* manche Blätter ganz schwach konkav gekrümmt, aber auch diese flache Konkavität bietet dem Blatte gar keinen Schutz gegen die Sonnenstrahlung dar,

auch entspricht die Lage solcher Blätter dem euphotometrischen Charakter. Wo dieser Strauch vom Vorderlicht beleuchtet ist, z. B., was ich in Abbazia oft gesehen habe, am Waldrande vorkommt, spricht sich der euphotometrische Charakter des Blattes dadurch scharf aus, daß dasselbe fast vertikal aufgerichtet ist. Prüft man dann mit dem Skioklisimeter, so erkennt man, daß es sich genau senkrecht zum stärksten diffusen Licht orientiert hat, mit anderen Worten, daß es euphotometrisch ist.

16. Von krautigen Pflanzen, deren Blätter selbst dann euphotometrisch sind, wenn sie völlig frei exponiert sind, mithin bei klarem Himmel im Sommer einer Sonnenstrahlung ausgesetzt sind, welche von Nordost bis Südwest reicht, nenne ich *Solanum nigrum*. Sie kommt bekanntlich an völlig sonnigen, an halbsonnigen und auch an schattigen Orten vor. Im Schatten bei Oberlicht stehen die Blätter horizontal, auf halbschattigen Plätzen bei Vorderlichtbeleuchtung hingegen nahezu vertikal, was schon auf den euphotometrischen Charakter schließen läßt. Aber mit Zuhilfenahme des Skioklisimeters läßt sich zeigen, daß, wo immer auch die Pflanze stehen mag, ihre Blätter senkrecht auf das stärkste diffuse Licht des ihnen zugewiesenen Lichtareals gestellt sind, mit anderen Worten, daß sie euphotometrisch sind. Dies scheint auch bei der nächstverwandten Art, nämlich bei *Solanum miniatum*, zuzutreffen.

Diese höchst merkwürdige Erscheinung, daß nämlich die Blätter einer Pflanze bei allen Beleuchtungsverhältnissen euphotometrisch ausgebildet sind, ob sie auf sonnigen oder schattigen Standorten auftreten, mit anderen Worten: ob sie als Sonnenblätter oder als Schattenblätter ausgebildet sind, scheint auch noch bei anderen krautartigen Pflanzen vorzukommen. Es ist aber eine mühevolle Sache, dies mit aller Sicherheit nachzuweisen, weshalb ich trotz zahlreicher Einzelbeobachtungen mich doch beschränken möchte, dies einstweilen bloß für *Solanum nigrum* auszusagen. Es handelt sich mir ja nur um die Aufstellung bestimmter photometrischer Blattypen und nicht um die Aufsuchung ihrer Verbreitung im Pflanzenreiche, weshalb ich mich mit der eben gemachten Feststellung begnüge.

Hier liegt also der Fall vor, daß die Blätter einer Pflanze bei den verschiedensten Beleuchtungsarten, dem Sonnen- und dem diffusen Licht ausgesetzt, nur einen bestimmten photometrischen Charakter annehmen, und zwar euphotometrisch sind. Es ist hier bezüglich einer krautartigen Pflanze dasselbe nachgewiesen, was ich oben auch bezüglich einiger Holzpflanzen (*Castanea vesca*, *Paliurus aculeatus*) zeigte. Das merkwürdige Verhalten des euphotometrischen Sonnenblattes soll weiter unten unserem Verständnisse nähergebracht werden.

17. Daß auch krautige Pflanzen existieren, welche gleich zahlreichen Holzgewächsen und Stauden ihr Laub teils panphotometrisch, teils euphotometrisch ausbilden, will ich durch ein Beispiel belegen. *Mirabilis Jalappa* bildet immer, wenn die ganze Pflanze beschattet ist, nur euphotometrische Blätter aus; ist sie aber so situiert, daß ein Teil des Laubes der Sonne ausgesetzt ist, ein anderer im Schatten des eigenen Laubes steht, so besteht ersteres aus panphotometrischen, letzteres aus euphotometrischen Blättern. Das panphotometrische Blatt ist ein »Hohlblatt« mit konkaver Oberseite.

18. Es gibt auch krautige Pflanzen und staudenartige Gewächse mit krautigen Stengeln, deren Blätter ausschließlich panphotometrisch ausgebildet sind. Als Beispiel führe ich *Aristolochia Clematitis* an. Soviel ich gesehen habe, bildet diese Pflanze nur »Hohlblätter« mit konkaver Oberseite aus. Daß auch Holzgewächse existieren, welche nur panphotometrisches Laub ausbilden, habe ich oben[1] bezüglich tropischer Gewächse angegeben und gilt teilweise auch für den Ölbaum (siehe oben p. 166 und 167). So zeigt sich also im photometrischen Verhalten der Pflanzen eine Übereinstimmung des photometrischen Charakters der Blätter, insofern alle Formen der Photometrie der Blätter, welche bei Holzgewächsen konstatiert werden, auch bei kraut- und staudenartigen Gewächsen, also bei Pflanzen mit krautigen Stengeln vorkommen.

Auf die schwierige und bisher wohl — trotz vieler Versuche — doch ungelöste Frage über das Zustandekommen

[1] Siehe oben p. 136.

des euphotometrischen, beziehungsweise panphotometrischen Blattes gehe ich, wie schon oben betont, in dieser Abhandlung nicht ein; ich begnügte mich damit, den Zusammenhang zwischen der Beleuchtungsart des Blattes und seinem photometrischen Charakter durch erweiterte Beobachtungen festgestellt zu haben.

Ich bleibe aber im Rahmen dieser meiner Aufgabe, wenn ich den oben vorgeführten Fall, daß selbst bei Sonnenbeleuchtung ein Blatt euphotometrisch werden kann, also trotz Sonnenstrahlung sich doch nach dem diffusen Licht orientiert, insofern noch näher betrachte, als ich die Beleuchtungsverhältnisse ins Auge fasse, unter welchen diese merkwürdige, anscheinend paradoxe Form der photometrischen Ausbildung des Blattes stattfindet.

Steht ein solches Blatt im Sonnenlichte, so ist es selbstverständlich nicht nur der Einwirkung des direkten Sonnenlichtes, sondern gleichzeitig der des diffusen Lichtes ausgesetzt. Im allgemeinen wird die Intensität des direkten Lichtes eine größere als die des stärksten diffusen Lichtes sein und erstere wird sich desto mehr steigern, je höher die Sonne steht und je mehr sich der Einfallswinkel einem rechten nähert. Legt man nun zur richtigen Überdenkung des Sachverhaltes eine bestimmte fixe Lage des Blattes zugrunde, so ist klar, daß dieses Blatt rücksichtlich der Richtung der Sonnenstrahlen und infolgedessen auch rücksichtlich der Lichtintensität im Laufe des Tages einem fortwährenden Wechsel ausgesetzt ist. Anders ist es mit der Richtung des stärksten diffusen Lichtes des Standortes; diese ist im wesentlichen konstant, jedenfalls weitaus konstanter als die des Sonnenlichtes und diese Konstanz ist in Wirklichkeit desto größer, je kleiner das für die Beleuchtung des Blattes in Betracht kommende Lichtareal ist. Aber selbst bei großem Lichtareal kann die Konstanz der Richtung eine sehr große sein, z. B. im Waldschatten, wo infolge des Lichteinfalles das euphotometrische Blatt sehr genau die horizontale Richtung einhält. Eine gewisse Abweichung in der Richtung des stärksten diffusen Lichtes wird sich allerdings bei Sonnenbeleuchtung einstellen. Es treten kleine, sich kompensierende Abweichungen der Richtung des stärksten diffusen Lichtes

ein. Aber an trüben Tagen fallen diese Abweichungen aus. An Tagen, an welchen die Sonne von Wolken bedeckt ist, steht das Blatt unter der alleinigen Einwirkung des diffusen Lichtes. In diesem Falle bleibt selbstverständlich die Richtung des stärksten diffusen Lichtes konstant. Es zeigt sich also beim Vergleich der Sonnenbeleuchtung mit der Beleuchtung im diffusen Lichte, daß die Lichtrichtung im ersten Falle fortwährend wechseln muß, im letzten Fall aber das stärkste diffuse Licht entweder vollständig oder angenähert konstant seine Richtung beibehält.

Das euphotometrische Verhalten eines dem Sonnenlicht ausgesetzten Blattes ist also so zu verstehen, daß dessen Richtung durch das diffuse Licht bestimmt wird, welches eine sehr konstante Richtung bezüglich der Strahlen stärkster Intensität aufweist, während das im allgemeinen doch intensivere Sonnenlicht wegen des fortwährenden Wechsels seiner Richtung auf die Blattlage keinen Einfluß ausübt.

Wir stehen hier vor einer höchst interessanten Tatsache, die aber die Rätsel der Blattphotometrie einstweilen nicht löst, eher vermehrt. Dies stört aber gar nicht den Fortgang der Forschung; im Gegenteil muß man anerkennen, daß erst eine reiche Kenntnis wohlfundierter Tatsachen uns Anhaltspunkte zu einer rationellen Lösung der Frage über das Zustandekommen der Photometrie des Blattes führen wird. Übrigens steht die Tatsache des euphotometrischen Charakters eines besonnten Blattes im Einklang mit einigen anderen früher vorgeführten Tatsachen. Wir haben gesehen, daß der »kritische Punkt« sich dem Minimum des Lichtgenusses nähern (*Olea europaea*) oder in verschiedener Entfernung von diesem Minimum liegen kann, ja daß er sogar dem Maximum des Lichtgenusses sich zu nähern vermag. In unserem Falle, wenn also das Blatt bis zur intensivsten Sonnenbeleuchtung euphotometrisch bleibt, also gar keine panphotometrischen Blätter ausgebildet werden, fällt der kritische Punkt mit dem Maximum des Lichtgenusses zusammen.

Jene physiologischen Reaktionen, welche zur panphotometrischen Ausbildung der Blätter führen, vollziehen sich bei verschiedenen Pflanzen bei verschiedenen Intensitäten des

direkten Sonnenlichtes und wir haben es in Gewächsen, deren Blätter auch im Sonnenlicht euphotometrisch bleiben, mit einem Grenzfall zu tun, in welchem die Intensität des direkten Sonnenlichtes nicht mehr ausreicht, das Blatt panphotometrisch zu gestalten. Das unter solchen Verhältnissen euphotometrisch gebliebene Blatt muß somit die Fähigkeit erlangt haben, bei so hoher Lichtstärke sich schutzlos dem Lichte preisgeben zu können. Es ist anzunehmen, daß es sich anderer, nämlich in der Organisation des Blattes begründeter Mittel zweckentsprechend bedient, um sich dem äußeren Licht anzupassen. Es ist anzunehmen, daß die Organisation des Blattes dahin führt, das ins Innere des Blattes, z. B. zu den Chlorophyllkörnern gelangende Licht in zweckentsprechender Weise zu schwächen.

Zusammenfassung der wichtigeren Resultate.

Die mitgeteilten Ergebnisse schließen sich enge an die früheren Arbeiten des Verfassers über Photometrie der Laubblätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen an und enthalten mehrfach eine schärfere Präzisierung früher aufgestellter Begriffe, was hauptsächlich auf verfeinerte Methoden, insbesondere auf die Anwendung des Skioklisimeters zurückzuführen ist.

1. Jedes Laubblatt benötigt zur normalen Funktion Licht bestimmter, nämlich innerhalb bestimmter Grenzen gelegener Intensität und es regelt selbst die dem Bedürfnis entsprechende Lichtstärke.

Diese Regelung erfolgt — einen für ihre Existenz überhaupt geeigneten Standort vorausgesetzt — entweder durch die Lage des Blattes, beziehungsweise seiner Teile zur Richtung des auffallenden Lichtes oder durch die in der Organisation begründete Schwächung des Lichtes im Innern der Organe durch Absorption oder Zerstreuung oder außen und innen durch Reflexion. Es können aber auch Lage und Organisation für den gleichen Zweck zusammenwirken.

Blätter, welche ihren Lichtbedarf durch die Lage zur Richtung des Lichtes regeln, werden nach meinem Vorschlag als photometrische bezeichnet und ich habe schon früher zwei Hauptkategorien solcher Blätter unterschieden: das

euphotometrische und das panphotometrische Blatt. Ersteres orientiert sich senkrecht zum stärksten diffusen Lichte des ihm zufallenden Lichtareals, letzteres wehrt schädigendes direktes Sonnenlicht ab, nimmt aber dabei reichlich diffuses Licht auf.

Nach früheren Untersuchungen schien es, als wenn das euphotometrische Blatt mit dem Schattenblatte, das panphotometrische mit dem Sonnenblatte identisch wäre. Im großen ganzen ist dies auch richtig. Aber es kann in besonderen Fällen (*Castanea vesca*, *Paliurus aculeatus*, *Solanum nigrum*) das euphotometrische Blatt auch ein Sonnenblatt sein oder es kommt der spezifisch panphotometrische Charakter erst bei stärkerer Intensität des Sonnenlichtes zur Ausbildung, so daß z. B. in hohen Breiten das Sonnenblatt nicht panphotometrisch wird.

Daß das euphotometrische Blatt auch ein Sonnenblatt sein kann, findet seine Erklärung in der Tatsache, daß das die Blattlage bestimmende stärkste diffuse Licht trotz seiner vergleichsweise geringeren Intensität für die Lage ausschlaggebend ist, weil seine Richtung, abgesehen von sich kompensierenden Abweichungen, konstant bleibt, während die Richtung des Sonnenlichtes sich fortwährend ändert.

2. Das Zustandekommen der »fixen Lichtlage« beruht ausschließlich auf Wachstumsbewegungen; es muß deshalb bei Gewächsen, welche auf fixe Lichtlage angewiesen sind, mit Beendigung des Wachstums die Blattlage unveränderlich werden. Diese »fixe Lichtlage« bildet beim photometrischen Blatte die Regel. Es scheint nun nach tieferem Eindringen in die Sache nötig, der »fixen Lichtlage« eine »variable Lichtlage« gegenüberzustellen, bei welcher auch nach Beendigung des Wachstums die Lage des Blattes zum Lichte durch dieses vermittels Variationsbewegungen verändert werden kann. Nach den bisher angestellten Beobachtungen geht bei »variabler Lichtlage« je nach der Beleuchtung die panphotometrische Lage in die euphotometrische über und vice versa. Es ist einzusehen, daß die »variable Lichtlage« eine vollkommenere Ausbildung der Blattphotometrie als die »fixe Lichtlage« repräsentiert.

3. Den größten Gegensatz zu der vollendetsten Ausbildung des photometrischen Blattes bildet das aphotometrische Blatt, dessen Lage gar keine Beziehung zum Lichteinfall aufweist. Es wird am auffälligsten ausgebildet, wenn der Pflanze eine große Lichtfülle dargeboten wird, so daß das Blatt gar keine Lichtökonomie zu treiben braucht, im vollen Gegensatze zum schattenständigen euphotometrischen Blatte. Das aphotometrische Blatt ist gewöhnlich konzentrisch gebaut, wodurch es augenfällig wird, daß es das Licht von allen Seiten aufnehmen kann.

Einige an Moosen und gewissen Monokotylen angestellte Beobachtungen lassen vermuten, daß aphotometrische Blätter auch bei Pflanzen von sehr niedrigem Lichtbedarf vorkommen, die selbst bei sehr geringen Lichtstärken mit dem Lichte nicht haushälterisch umzugehen genötigt sind.

Da das aphotometrische Blatt seinen Lichtbedarf nicht durch die Lage regelt, so kann es diese Regulierung nur durch eine Ausbildung zuwege bringen, welche in der Blattorganisation begründet ist. Daß das photometrische Blatt nicht nur durch die Lage, sondern auch durch seine Organisation den Lichtbedarf regelt, ist selbstverständlich. Bis zu einem gewissen Grade verträgt sich der dorsiventrale Blattbau mit Aphotometrie.

4. Es wurde von mir schon früher festgestellt, daß bei vielen Pflanzen, insbesondere bei Holzgewächsen, die der Sonne ausgesetzten Blätter panphotometrisch, die im Schatten befindlichen euphotometrisch ausgebildet sind.

In dieser Abhandlung wird der Versuch gemacht, durch Lichtgenußbestimmungen den kritischen Punkt ausfindig zu machen, bei welchem ein Umschlag des panphotometrischen Blattes in das euphotometrische eintritt. Dieser kritische Punkt liegt in der Regel innerhalb der Grenzen des Lichtgenusses. In extremen Fällen liegt er entweder in der Nähe des Maximums des Lichtgenusses (*Castanea vesca*) oder in der Nähe des Minimums (*Olea europaea*) oder wird faktisch gar nicht erreicht. In solchen extremen Fällen ist das ganze Laub oder fast das ganze Laub euphotometrisch, beziehungsweise panphotometrisch.

5. Es ergaben sich auch Beziehungen zwischen dem photometrischen Charakter des Blattes und der geographischen Verbreitung, speziell dem Lichtklima.

So wurde unter anderem gefunden, daß an den arktischen Vegetationsgrenzen der aphotometrische Charakter des Laubblattes vorherrscht, daß mit der Abnahme der geographischen Breite der panphotometrische Charakter des Blattes sich steigert, daß das euphotometrische Blatt in allen Zonen der Erde zur Ausbildung gelangt, im arktischen Gebiete freilich nur in Anfängen (oligophotometrische Blätter), deutlich nur unter seltenen, in der Konfiguration des Bodens begründeten Verhältnissen usw.

Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen, beziehungsweise Injektion derselben mit Wasser (Verletzungsmethode)

von

Dr. Friedrich Weber.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien.
Nr. 16 der zweiten Folge.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1911.)

Durch die gärtnerische Praxis und in neuester Zeit auch die wissenschaftliche Botanik sind Verfahren bekannt geworden, die es ermöglichen, die Ruheperiode der Pflanzen wesentlich zu beeinflussen. Historisch an erster Stelle zu nennen sind in dieser Beziehung die Methoden, durch Einwirkung von Frost und Trockenheit frühzeitiges Treiben zu veranlassen. Diese beiden altbewährten Mittel haben in den Untersuchungen von Howard[1] eine wissenschaftliche Bearbeitung gefunden. Besonders in der Fliedertreiberei hat dann seit 1900 das »Ätherverfahren« von Johannsen[2] weitgehende Verbreitung gefunden. In den allerletzten Jahren hat Molisch[3] in seiner »Warmbadmethode« über ein außerordentlich wirk-

---

[1] Walter L. Howard, Untersuchung über die Winterruheperiode der Pflanzen. Halle a. S., 1906.

[2] W. Johannsen, Das Ätherverfahren beim Frühtreiben etc. Jena 1900 u. II. Aufl. 1906.

[3] H. Molisch, I. Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). Diese Sitzungsberichte, Bd. CXVII (1908), Abt. I. II. Dasselbe, II. Teil. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXVIII (1909), Abt. I. III. Das Warmbad. Jena 1909.

sames und dabei ideal einfaches Verfahren berichtet, das in der Praxis zweifellos an erste Stelle treten wird, ja vielfach schon getreten ist.

Während also die Gärtnerei durch die erwähnten Methoden, ferner dadurch, daß derzeit schon in den meisten größeren Städten Kühlanlagen zur Verfügung stehen, in denen Pflanzen bei niederen Temperaturen künstlich am Austreiben gehindert werden können, das ganze Jahr hindurch imstande ist, die Pflanzen in der gewünschten (blühenden oder belaubten) Entwicklungsphase auf den Markt zu bringen, ist für die wissenschaftliche Botanik das Problem der Ruheperiode noch keineswegs endgültig gelöst. Es dürfte daher wohl jedes neue Verfahren, durch welches sich die Ruheperiode der Pflanzen beeinflussen läßt, theoretisches Interesse beanspruchen, auch wenn es — vorläufig wenigstens — keinen praktischen Nutzen gewährt. Dies veranlaßt mich, in einem kurzen, vorläufigen Bericht neue Beobachtungen auf diesem Gebiete mitzuteilen, wenngleich dieselben noch keineswegs als abgeschlossen angesehen werden können. Vielmehr werde ich über weitere diesbezügliche sowie über verwandte Untersuchungen ausführlich berichten, wenn meine Arbeit über das Problem der Ruheperiode, mit dem ich mich seit bereits zwei Jahren beschäftige, ihren Abschluß gefunden haben wird.

Die Versuche, über die im folgenden berichtet werden soll, wurden am pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien ausgeführt, unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. H. Molisch, dem ich für das anregende Interesse, das er der Arbeit jederzeit entgegenbrachte, zu großem Danke verpflichtet bin.

Lange Zeit war man der Ansicht, die Ruheperiode der Holzgewächse werde in ausschlaggebender Weise von dem sogenannten »Reifezustand des Holzes« beeinflußt. Neuere Beobachtungen dagegen lassen es wahrscheinlich erscheinen, daß dieser Einfluß bisher wohl ziemlich überschätzt wurde. So gelangt Johannsen[1] auf Grund seiner Treiberfolge mit dem Ätherverfahren zur Überzeugung: »Die Knospen sind

[1] W. Johannsen, l. c. (1906), p. 46.

in weitgehender Weise unabhängig vom gegebenen Holzzustande...«. Dasselbe lehren die interessanten Untersuchungen von Molisch über den lokalen Einfluß des Bades. Schon 1908 berichtet er darüber wie folgt:[1] »Das Bad wirkt ganz lokal, d. h. nur die untergetauchten Knospen treiben früher.« Man kann in dieser Beziehung — wie ich beobachtet habe — so weit gehen, daß man nur einzelne Knospen badet und gar keinen Holzteil und trotzdem werden diese Knospen zum Frühtreiben gebracht. Für die gleiche Anschauung spricht ferner der Umstand, daß eine Anzahl unserer einheimischen Bäume und Sträucher viel früher blüht als sich belaubt (*Populus, Corylus, Cornus mas*). So können z. B. Zweige von *Populus alba* — ins Warmhaus gestellt — schon Anfang Jänner zum Blühen gebracht werden, während sich ihre Blattknospen unter denselben günstigen Vegetationsbedingungen erst im März entfalten. Auch folgende Tatsache darf in diesem Sinne gedeutet werden: Bringt man Zweige von *Cornus mas* schon Ende Oktober ins Treibhaus, so öffnen sich zunächst weder Blüten- noch die Blattknospen, welche in den Achseln der bereits abgefallenen Blätter angelegt wurden; dagegen brechen alsbald an zahlreichen Stammstellen sogenannte »schlafende Knospen« hervor und entwickeln sich kräftig.

Alle diese Tatsachen machen es zumindest recht wahrscheinlich, daß nur die einzelnen Knospen für ihr Verharren in der Winterruhe verantwortlich gemacht werden können, nicht aber der Reifezustand des Holzes.

Von dieser Überlegung ausgehend, ist es klar, daß es — theoretisch wenigstens — nicht nötig sei, mittels Äther oder Warmbad die ganzen Zweigsysteme zu beeinflussen. Vielmehr müßte es genügen, die einzelnen Knospen allein entsprechend zu behandeln. In dem Streben, ein Verfahren ausfindig zu machen, welches gestattet, die Knospen allein einer wirksamen Behandlung zu unterwerfen, wollte ich zunächst versuchen, in die einzelnen Knospen Substanzen einzu-

[1] H. Molisch, l. c. (I), p. 29.

führen, die möglicherweise eine Frühentwicklung derselben hervorzurufen imstande wären. Dabei war zunächst zu denken einerseits an Zuckerlösungen, andrerseits aber auch an Enzyme oder Enzyme (Zymogene) aktivierende Stoffe. Zunächst galt es jedoch natürlich zu prüfen, ob durch die hierzu erforderliche Verletzung und das Einpressen von Flüssigkeit die Knospen nicht allzu sehr geschädigt werden. Um dies zu ermitteln, stellte ich im Dezember 1910 die ersten im folgenden zu beschreibenden Versuche an.

Methode.

An der Basis der zu behandelnden Knospe — also dort, wo sich die Narbe des abgefallenen Blattes befindet, in dessen Achsel die Knospe zur Anlage kam — wird in dieselbe mit der Nadel einer Injektionspritze (wie solche in der medizinischen Praxis Verwendung finden) ein Stich versetzt. Hierauf wird die in der Spritze befindliche Flüssigkeit (Wasser, und zwar 15 cm^3) in die Knospe eingepreßt. Der Widerstand, der sich gegen das Einpressen des Wassers fühlbar macht, ist verschieden groß, bei *Syringa vulgaris* und *Tilia platyphyllos* relativ gering, bei *Acer platanoides* oft unüberwindlich, jedenfalls aber stets deutlich zu merken. Wird das Wasser rasch genug eingepreßt, so spritzt es an der Spitze der Knospe, dort, wo die Deckschuppen zusammenneigen, in einem feinen Strahl kräftig hervor. Meist werden durch das eingetriebene Wasser die Deckblätter etwas auseinandergeschoben, so daß die Knospe gleich nach vollzogener Injektion schon den Eindruck macht, als sei sie bereits in dem ersten Stadium der Entfaltung begriffen.

Wie ersichtlich, ist die eben beschriebene Methode höchst einfach; nur auf folgendes sei noch besonders aufmerksam gemacht: In der Regel wurde die Injektionsnadel in der Mitte der Basis der Knospen in horizontaler Richtung eingestochen. Ist jedoch die betreffende Knospe sehr schmal, so geschieht es leicht, daß die Nadelspitze mit der Öffnung an der der Einstichstelle der Knospe gegenüberliegenden Seite austritt; dann kann aber das Wasser in die Knospe selbst nicht eingespritzt werden. Um dies zu vermeiden, führt man in solchen Fällen

den Stich etwas schräg nach aufwärts. Ferner wird oft beim Einstich in die Knospe die Öffnung der Injektionsnadel durch pflanzliche Gewebeteile verstopft, worauf es nicht gelingt, die Flüssigkeit aus der Spritze auszupressen. Es empfiehlt sich deshalb, vorher mit einer womöglich gleichen Nadel einen Einstich in die Knospe vorzunehmen und hierauf erst in den nunmehr vorgebildeten Stichkanal die Nadel der mit der Flüssigkeit gefüllten Spritze einzuführen.

Die Markierung der so behandelten Knospen erfolgt am einfachsten durch Anbringen eines farbigen Zeichens unterhalb derselben mit Hilfe eines (auf Glas schreibenden) Stiftes.

[An dieser Stelle können wohl auch kurz einige Angaben darüber gemacht werden, ob und wo an den zur Entfaltung kommenden jungen Trieben sich noch Spuren der durch den Stich erfolgten Verletzung beobachten lassen. Selbstverständlich ist an den äußersten Deckblättern der Knospe dauernd die Einstichstelle kenntlich. Ziemlich selten sind dagegen an den sich entfaltenden Laubblättern Löcher oder Risse als Folge des Stiches zu sehen. Am meisten interessiert es jedenfalls, ob und wo die Sproßachse von der Injektionsnadel getroffen und verletzt wird. In dieser Beziehung läßt sich sagen, daß, in den meisten Fällen wenigstens, an irgendeiner Flanke der Achse eine mehr oder weniger tiefgehende Verletzung zu sehen ist, und zwar in allen Fällen recht nahe der Basis des jungen Triebes. Niemals scheint die Achse in der Mitte von der Nadel durchbohrt worden zu sein, was ja auch jedenfalls das Absterben der Knospe zur Folge hätte. Man darf wohl annehmen, daß es wichtig ist für die im folgenden zu besprechende entwicklungserregende Wirkung des Stiches, in welcher Entfernung vom Vegetationspunkt die Verletzung erfolgt; vielleicht ist in dieser Beziehung die nach Verlassen der Ruhe zunächst in Tätigkeit tretende Wachstumszone die günstigste Stelle. Genaue diesbezügliche Untersuchungen sind noch ausständig; ebenso bedürfen noch diejenigen Fälle der Aufklärung, in denen, obwohl sich die Knospe kräftig entwickelte, an den Sproßachsen nicht die geringste Verletzung wahrgenommen werden konnte. Wundkallus bildet sich an den verletzten Stellen der Achsen meist nur in geringem Maße.]

I. Versuch.

Mit Syringa vulgaris am 15. Dezember 1910.

Auf die eben angegebene Weise wurde in einzelne Knospen an ungefähr 40 *Syringa vulgaris*-Zweigen mittels der Injektionsspritze gewöhnliches, der Leitung entnommenes Hochquellenwasser eingespritzt, und zwar bei jedem Zweig in je eine Knospe desjenigen Paares, von dem die beiden gegenständigen Knospen völlig gleichmäßig kräftig entwickelt waren. An die Möglichkeit, durch Injektion mit reinem Leitungswasser die betreffenden Knospen »frühzutreiben«, dachte ich zunächst eigentlich nicht und war daher sehr erstaunt, als nach etwa 10 Tagen sämtliche mit Wasser injizierten Knospen völlig normal zu treiben begannen, während alle übrigen Knospen, darunter auch die gegenständigen der gleichen Paare, noch unverändert in der Ruhe verharrten. Der Entwicklungsunterschied zwischen den so behandelten und den gar nicht behandelten Knospen steigerte sich von Tag zu Tag immer mehr, so daß Anfang Jänner, als die nicht behandelten Knospen eben erst sich zu öffnen begannen, die Triebe, zu denen sich die mit Wasser injizierten Knospen (es waren sowohl bloß Blätter als auch Blätter und Blüten tragende Achsen) entwickelt hatten, eine durchschnittliche Länge von 4 *cm* erlangt hatten.

Ausdrücklich sei hervorgehoben, daß der Versuch völlig einheitliches Resultat ergab, d. h. daß nur die mit Wasser injizierten Knospen, aber auch alle diese, zur Frühentwicklung gelangten. Ferner sei eigens erwähnt, daß zwar in den meisten Fällen eine Knospe des obersten Paares der Behandlung unterworfen wurde, doch — um dem Einwand zu begegnen, daß die obersten Knospen allein so leicht beeinflußbar sein könnten — bei einer Anzahl von Zweigen auch je eine Knospe des II., beziehungsweise III. Paares; in diesen Fällen waren es dann eben diese Knospen und nicht etwa eine der obersten, welche früher zur Entfaltung kamen.

II. Versuch.

Mit Syringa vulgaris am 20. Jänner 1911.

Es lag nunmehr nahe, durch weitere Versuche klarzustellen, ob die auffallende Abkürzung der Ruheperiode (um etwa 2 Wochen) in der eben mitgeteilten ersten Versuchsreihe als eine Wirkung des eingepreßten Wassers auf die Knospen oder aber bloß als eine Folge der Verletzung derselben durch die Injektionsnadel angesehen werden muß.

Obwohl mit Rücksicht auf die vorgerückte Jahreszeit zu erwarten stand, daß durch weitere Experimente mit *Syringa*, diesem dankbarsten und beliebtesten Objekt für Treibversuche, keine entscheidenden Resultate erhofft werden konnten, da sich *Syringa* im Jänner schon im Stadium der nur mehr »unfreiwilligen« Ruhe[1] befindet, so wurde doch mit Fliederzweigen noch eine weitere Versuchsreihe aufgestellt.

An einem Teil der *Syringa*-Zweige wurden einzelne Knospen (wie im Dezember) mit gewöhnlichem Hochquellenwasser injiziert. An dem anderen Teil der Zweige dagegen wurden einzelne Knospen nur mit einer Nadel angestochen (und zwar an der bei Versuch I angegebenen Stelle), jedoch kein Wasser in den Stichkanal eingespritzt.

Eigens sei bemerkt, daß bei diesen sowie den folgenden Experimenten auch zum bloßen Anstich ebenfalls eine Injektionsnadel verwendet wurde.

Wie erwartet wurde, war zu dieser Zeit (20. Jänner) die eventuell frühtreibende Wirkung der bloßen Verletzung nicht mehr zu konstatieren, da auch die gar nicht zu behandelnden Knospen schon am zweiten Tag nach Einstellen ins Warmhaus zu treiben begannen.

Dagegen konnte auffallenderweise bei der Mehrzahl der mit Wasser injizierten Knospen eine wenn auch geringe Verzögerung (um etwa 3 bis 4 Tage) der Entwicklung im Vergleich zu den gar nicht behandelten Knospen bemerkt werden, bei den bloß verletzten Knospen jedoch nur in ganz vereinzelnten Fällen.

---

[1] Vgl. darüber Molisch, l. c. III, p. 4.

Die eben erwähnte entwicklungshemmende Wirkung der Wassereinspritzung zu einer Zeit, in der die Ruheperiode der Knospen bereits ausgeklungen ist, stellt sich als eine bemerkenswerte Analogie dar zu dem ebenso sich geltendmachenden Einfluß des Warmbades auf in nur mehr in erzwungener (unfreiwilliger) Ruhe befindliche Pflanzen. (Auch die Wirkung des Ätherisierens ist nach den Angaben von Johannsen[1] verschieden, je nachdem die mit Ätherdämpfen behandelten Pflanzen sich in freiwilliger oder nur mehr unfreiwilliger Ruhe befinden: »Am Ende der Nachruhe nämlich, wenn die Knospen sozusagen von selbst treiben, hat Betäubung keine fördernde Wirkung mehr, ja kann sogar ungünstig wirken . . . . , die nicht betäubten Zweige sprossen nun ebenso schnell oder gar noch schneller und besser als die ätherisierten oder chloroformierten«.)

III. Versuch.

Mit Tilia platyphyllos am 16. und 23. Jänner 1911.

Um die Frage, ob bloße Verletzung allein die Ruheperiode in gleicher Weise abkürzt wie Injektion mit Wasser, noch in diesem Winter beantworten zu können, wurde daher mit anderen Pflanzen experimentiert, und zwar vor allem mit Linden. *Tilia* befindet sich bekanntlich im Gegensatz zu *Syringa* im Jänner noch im Zustand der sogenannten »Nachruhe«, einer Phase, in welcher auch mit den übrigen Treibverfahren (Warmbad, Äther) die besten Erfolge erzielt werden. Das Resultat der mit einer großen Anzahl von Zweigen angestellten Versuche war wieder (wie bei *Syringa*) völlig einheitlich, und zwar folgendes: Nicht nur die mit Wasser injizierten Knospen wurden zum Frühtreiben gebracht, sondern auch diejenigen, welche bloß mit der Nadel verletzt wurden. Daraus folgt: Die Verletzung allein genügt, um die Knospen von *Tilia platyphyllos* aus ihrer Winterruhe zu erwecken (wenigstens in der Phase der Nachruhe).

[1] Johannsen, l. c. 1906, p. 47.

Allerdings schien es in der Mehrzahl der Fälle, daß die mit Wasser injizierten Knospen den bloß »gestochenen« um einige Tage noch in der Entwicklung voraneilten. In beiden Fällen war jedoch schließlich der Unterschied gegenüber den gar nicht behandelten Knospen ganz überraschend groß. Auch bei *Tilia* ist es ganz gleich, ob die Endknospe oder irgend eine andere tiefer am Zweige stehende Knospe der betreffenden Behandlung unterworfen wird; immer ist es eben die »angestochene« oder mit »Wasser injizierte« Knospe, welche den nicht behandelten in der Entwicklung vorauseilt.

IV. Versuch.

Mit Acer platanoides am 19. Jänner 1911.

Bei *Tilia* sind mit den bisher geübten Treibverfahren keine so günstigen Resultate erzielt worden wie bei *Syringa*. Die eben beschriebenen günstigen Erfolge der »Verletzungsmethode« bei Lindenknospen ermunterten daher auch mit anderen schwer zu treibenden Pflanzen zu experimentieren.

Zu diesen gehört, wie bekannt ist, *Acer platanoides*, ein Baum, der, ebenso wie *Fagus*, durch eine überaus tiefe und lang andauernde Ruheperiode ausgezeichnet ist. Mit *Acer platanoides* nun haben auch die neuen Verfahren keine ebenso guten Resultate ergeben wie bei *Syringa* und *Tilia*. Vielmehr hat das bloße Verletzen der Knospen durch Anstich mit der Nadel in keinem einzigen Fall die betreffenden Knospen aus ihrer Ruhe erweckt. Dagegen wurden von den mit Wasser injizierten Knospen etwa 80% insoweit im Austreiben gefördert, als sie den gar nicht behandelten Knospen um etwa 1 bis 2 Wochen in der Entwicklung vorauseilten; dies macht aber tatsächlich bei der überaus langsamen Entfaltung der *Acer*-Knospen nicht allzuviel aus. In Anbetracht dessen, daß — wie erwähnt — bei *Acer* das Einspritzen von Wasser von ausschlaggebender Bedeutung zu sein scheint, dürfte es leicht sein, dafür eine Erklärung zu finden, daß ein Teil der mit Wasser injizierten Knospen (etwa 20%) in ihrer Entwicklung nicht gefördert wurde. Es gelingt nämlich in manchen Fällen — wohl deshalb, weil die Knospen-

schuppen bei *Acer platanoides* mit Harz verklebt sind — überhaupt nicht, selbst unter Anwendung von möglichst großer Kraft, auch nur wenig Wasser aus der Spritze in die Knospe einzupressen. In solchen Fällen ist dann wohl das Ausbleiben der Wirkung nicht zu verwundern.

Es sei erwähnt, daß bei *Acer platanoides* nur die Endknospen der betreffenden Behandlung unterzogen wurden, da diese am kräftigsten entwickelt sind; die kleineren, tiefer stehenden Seitenknospen verhalten sich bezüglich des Zeitpunktes, in dem sie aus ihrer »freiwilligen« Ruhe treten, oft recht verschieden von den Endknospen, was jedenfalls noch genauerer Beobachtung bedarf.

V. Versuch.

Mit Fagus silvatica am 16. Jänner 1911.

Von den Knospen der Buche ist bekannt, daß sie im Vergleich zu denen der anderen einheimischen Bäume am längsten in der Winterruhe verharren. Howard[1] gibt an, daß selbst erst am 26. Februar ins Gewächshaus gebrachte Zweige von *Fagus silvatica* überhaupt nicht zur Knospenentfaltung zu bringen sind und daß sich Knospen am 17. März eigestellter Äste erst nach 29 Tagen — also nicht vor April — entfalten. Diese Angaben entsprechen allerdings meinen zahlreichen diesbezüglichen Beobachtungen nicht vollständig,[2] vielmehr gelang es — worüber in einem späteren Bericht ausführlichere Mitteilung gemacht werden soll —, wiederholt selbst bereits im November ins Treibhaus gestellte *Fagus*-Zweige im Laufe des März ohne irgendwelche weitere Behandlung zu normaler Knospenentfaltung zu bringen, sofern nur genügend große Äste zu solchen Versuchen verwendet werden. Nichtsdestoweniger ist die Ruheperiode von *Fagus* als außerordentlich lang zu bezeichnen. Daher konnte auch mit Buchenzweigen im Jänner und Februar noch mit der Wasserinjektionsmethode

[1] Howard, l. c., p. 23.

[2] Über die Ruheperiode von *Fagus silvatica*-Knospen, vgl. übrigens auch: Johannsen, l. c. 1906, p. 41.

mit Aussicht auf Erfolg experimentiert werden. Das Resultat der am 16. Jänner und 6. Februar 1911 eingeleiteten Versuche ist folgendes: Die mit Wasser injizierten Knospen von *Fagus silvatica* weisen stets gegenüber den nicht behandelten einen, wenn auch meist nur geringen Vorsprung in der Entwicklung auf (durchschnittlich um etwa eine Woche); in nicht wenigen Fällen jedoch ist der Unterschied viel bedeutender. Die bloße Verletzung der Knospen durch Stich scheint bei *Fagus*, ebenso wie bei *Tilia*, etwas weniger wachstumsförderndzu wirken als das Einspritzen mit Wasser.

VI. Versuch.

Mit »sitzen gebliebenen« Knospen von Tilia parvifolia am 12. Februar 1911.

Schließlich soll über einen Versuch berichtet werden, der, wie mir scheint, ganz besonders deutlich zeigt, daß in der Wasserinjektion eine Methode gegeben ist, mit der in tiefer Ruhe befindliche Knospen aus dieser erweckt werden können. Am 16. November 1910 wurde eine Anzahl großer *Tilia*-Äste, von denen jeder etwa 30 Knospen trug, ins Warmhaus gestellt. Wie schon Molisch[1] erwähnt, »treiben solche Knospen, obwohl sie sich hier unter günstigen Wachstumsbedingungen befinden, selbst Anfang März noch nicht aus«. Auf Grund eigener Beobachtungen aus dem Frühjahr 1910 kann ich noch hinzufügen, daß solche Knospen meist später völlig eingehen. [In Erde gezogene bewurzelte *Tilia*-Bäumchen verhalten sich diesbezüglich anders. Im Herbst allzufrüh (Oktober) ins Treibhaus gestellt, treiben sie nämlich den ganzen folgenden Frühling und Sommer nicht aus, vielmehr öffnen sich ihre Knospen frühestens im September, Oktober, also erst nach einem ganzen Jahr. Auch hierüber wird erst später in einem eigenen Bericht ausführlichere Mitteilung gemacht werden.]

Am 12. Februar 1911 vollzog ich nun an einer Anzahl Knospen solcher seit November 1910 im Warmhaus befindlicher Zweige die Wasserinjektion. In den letzten Tagen des

[1] Molisch, l. c., III, p. 2.

Februar hatten sich diese bereits geöffnet und entfalteten sich in der ersten Märzwoche zu kräftigen normal beblätterten Trieben, während alle übrigen Knospen auch weiterhin [wenigstens bis zum Abschluß dieses Berichtes am 15. März 1911] in ihrem Schlafe verharren und wohl auch gar nicht mehr daraus erwachen werden.

In diesem Falle hat man es demnach mit der Erweckung von typisch »sitzen gebliebenen« Knospen aus ihrer tiefen Ruhe zu tun.

Theoretisches.

Eingehende theoretische Erörterungen und Erklärungsversuche der in diesem vorläufigen Bericht kurz mitgeteilten Tatsachen können gewiß erst dann mit Erfolg angestellt werden, wenn weitere Versuche ausgeführt sein werden. Doch kann immerhin jetzt schon folgendes gesagt werden:

Man dürfte kaum fehlgehen — und für *Tilia* ist es ja bereits festgestellt —, wenn man den Hauptanteil an der die Ruheperiode abkürzenden Wirkung der Wasserinjektionsmethode der Verletzung der Knospen zuschreibt.

Daß aber auch das Einpressen des Wassers eine nicht völlig zu vernachlässigende Rolle spielt, dafür spricht, abgesehen von den Versuchen mit *Acer*, das Resultat folgenden Experiments: Anfangs Jänner wurden an einer großen Zahl von *Syringa*-Zweigen einzelne Knospen mit 0·25 % Chininlösung injiziert. Während die nicht behandelten Knospen — da ja die Ruhe bei *Syringa vulgaris* um diese Zeit nur noch eine »unfreiwillige« ist — rasch sich öffneten, ging die Mehrzahl der mit Chininlösung injizierten Knospen völlig ein und auch die übrigen blieben bedeutend in der Entwicklung zurück. Dies beweist, daß — was ja von vorherein nicht als selbstverständlich angenommen werden konnte — Teile der eingepreßten Flüssigkeit von der Knospe aufgenommen werden. Dies gilt jedoch jedenfalls auch von dem in den übrigen Versuchen verwendeten, gewöhnlichen Hochquellenwasser. Unter solchen Umständen ist es aber nicht zu

verwundern, daß gerade die Wassereinfuhr in die Knospe eine nicht unbedeutende Rolle spielt. Aber auch sonst dürfte die Tatsache der Flüssigkeitsaufnahme von seiten der Knospe von Interesse sein, weil somit die Möglichkeit nähergerückt erscheint, durch Injektion verschiedener Substanzen, die in dieser Hinsicht geeignet erscheinen können, die Ruheperiode der Knospen zu beeinflussen.

Vorläufig aber — wie gesagt — ist es näherliegend, die Verletzung für den wirksameren Faktor des neuen Verfahrens der Wasserinjektion zu halten.

Daß Verwundungen wachstumsanregend wirken, ist eine allbekannte Erscheinung, braucht man doch diesbezüglich nur an Regeneration,[1] Wundkork und Kallusbildung[2] zu erinnern. Speziell auf die Kallusbildung, die nach Verletzung des Kambiums allgemein in Erscheinung tritt, soll verwiesen werden, weil auf diesem Gebiete Jost[3] wichtige Untersuchungen angestellt hat, die hier ganz besonders interessieren. Zur Zeit der Winterruhe findet normalerweise keine Kambiumtätigkeit statt. Man kann aber — wie Jost gezeigt hat — auch zur Zeit der Ruheperiode durch Verletzung des Kambiums dasselbe zur Kallusbildung anregen. Jost sagt diesbezüglich, daß »kein einziger der genannten Bäume« [worunter auch *Fagus, Tilia, Syringa*] »eine Ruheperiode hat, in der er auf Verwundung nicht mit Wachstum reagiert«. Jost hat also das Kambium durch Verletzung auch zur Zeit der Ruheperiode zum Wachstum anregen können, allerdings nur zu einer abnormalen Wachstumstätigkeit, die zur Bildung eines heteroplastischen Gewebes (Kallus) führt. Vergleicht man damit, wie sich die Wirkung der Verletzung der in der Ruheperiode sich befindenden Knospen äußert, so ist ersichtlich, daß bei diesen die Kallusbildung eine nur untergeordnete Rolle spielt, die Knospen vielmehr (im Gegensatz zum Kambium) zu

---

[1] E. Korschelt, Regeneration und Transplantation. Jena 1907. — K. Göbel, Einleitung in die experimentelle Morphologie. Teubner 1908.

[2] E. Küster, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903.

[3] L. Jost, Über Beziehungen zwischen der Blattentwicklung und der Gefäßbildung der Pflanze. Bot. Zeitg., 1893, p. 102 und 103.

völlig normalem Wachstum durch die Verwundung angeregt werden.[1]

Jost hat seinerzeit aus der von ihm beobachteten Tatsache der Kallusbildung des Kambiums zur Zeit der Ruheperiode den Schluß gezogen, »daß ein solcher in Winterruhe befindlicher Zweig alle zum Wachstum nötige Stoffe beherbergt . . . «

Molisch[2] knüpft an diese Überlegung von Jost folgende Bemerkung: ». . . Und wenn der Zweig Kallus an der Wundfläche bildet, seine Knospen aber doch nicht austreiben, so mag dies darauf zurückzuführen sein, daß der Wundreiz die Nährstoffe nur auf eine gewisse Sphäre hinaus zu mobilisieren vermag und der werdende Kallus die mobilisierten Stoffe ganz an sich reißt, so daß den Knospen davon nichts zuteil wird.« Für diese Ansicht von Molisch scheinen die günstigen Erfolge der Knospenverletzungsmethode zu sprechen.

Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem bisher unbekannten Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. Die dabei zur Anwendung kommende Methode ist in kurzem folgende: Beliebige Knospen der zu behandelnden Zweige werden mit der Nadel einer Injektionsspritze an ihrer Basis angestochen. Hierauf wird der Inhalt der Spritze — gewöhnliches Hochquellenwasser — in die Knospe eingepreßt.

2. Auf diese Weise behandelte Knospen von *Syringa vulgaris* und *Tilia platyphyllos* werden (in der Phase der Nachruhe) zum Frühtreiben gebracht, so daß sie den nicht behandelten Knospen um durchschnittlich etwa drei Wochen in der Entwicklung vorauseilen.

3. Für die Knospen von *Tilia platyphyllos* wurde festgestellt, daß Verletzung (durch Anstich mit einer Nadel) allein ohne nachfolgende Wasserinjektion im

[1] An dieser Stelle darf vielleicht an den Fall einer Kallushomöoplasie erinnert werden, den E. Küster, l. c. p. 148, beschreibt.

[2] Molisch, l. c., II., p. 49 und 50.

wesentlichen denselben frühtreibenden Einfluß auf dieselben ausübt. Verletzungsmethode.

4. Auch auf Knospen von *Fagus silvatica* und *Acer platanoides* übt die Wasserinjektion eine entwicklgsfördernde Wirkung aus, wenn auch in geringerem Maße als bei *Syringa* und *Tilia.*

5. Das bloße Verletzen der Knospen durch Stich bleibt bei *Acer platanoides* unwirksam.

6. Auch auf sogenannte »sitzen gebliebene« Knospen von *Tilia parvifolia* wirkt Wasserinjektion im Sinne der Erweckung aus der Ruheperiode.

7. Es ist wahrscheinlich, daß auch bei der Injektion mit Wasser die Verletzung der wirksamere Faktor ist; doch dürfte immerhin auch das Einpressen von Wasser eine gewisse Rolle spielen.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Zweige von *Syringa vulgaris*.

Von den obersten Knospenpaaren wurde je eine Knospe am 15. Dezember mit Wasser injiziert. Bereits am 26. Dezember sind, wie auf Fig. 1 ersichtlich ist, die betreffenden Knospen den übrigen in der Entwicklung bedeutend vorausgeeilt.

Fig. 2. Zweigstücke von *Tilia parvifolia*.

Diese wurden am 16. November 1910 ins Treibhaus gestellt. Am 12. Februar 1911 wurden von den darauf befindlichen Knospen die zwei mit Wasser injiziert, welche, wie das Bild zeigt, am 12. März sich bereits zu kräftigen jungen Trieben entwickelt haben, während die übrigen Knospen noch weiter in der Ruhe verharren.

Fig. 3. Drei Zweige von *Tilia platyphyllos*.

Nr. 1: Die zweite Knospe von oben wurde am 23. Jänner mit einer Nadel angestochen, bei Nr. 3 die oberste Knospe. Nr. 2: die zweite Knospe von oben wurde am 23. Jänner mit Wasser injiziert. Die Fig. 3 zeigt das Aussehen der Zweige am 3. März.

Fig. 4. Links: Ein Zweig von *Fagus silvatica*.

Die zweite Knospe von oben wurde am 16. Jänner mit Wasser injiziert.

Rechts: Ein Zweig von *Tilia platyphyllos*.

Die dritte Knospe von oben wurde am 23. Jänner mit Wasser injiziert.

Die beiden Zweige wurden am 5. März photographiert.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Phot. Vouk u. Hagem.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation

von

Julius Stoklasa.

Unter Mitwirkung von **Emanuel Senft**, **Franz Straňák** und **W. Zdobnický.**

Aus der Chemisch-physiologischen Versuchsstation an der k. k. böhmischen technischen Hochschule in Prag.

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. März 1911.)

Die Frage, wie die ultravioletten Strahlen die Pflanzenzelle, namentlich die chlorophyllhaltige Pflanzenzelle, beeinflussen, ist sicherlich von großer Bedeutung. Wir haben in der Arbeit »Photochemische Synthese der Kohlenhydrate aus Kohlensäureanhydrid und Wasserstoff in Anwesenheit von Kaliumhydroxyd, in Abwesenheit von Chlorophyll«[1] einen Beitrag zur Kenntnis des ganzen Assimilationsproblems geliefert. Die Resultate unserer Experimente geben uns Anhaltspunkte zum Entwurfe eines Bildes von der natürlichen Kohlensäureassimilation in der chlorophyllhaltigen Zelle.

Wir fanden nämlich, daß durch Einwirkung ultravioletter Strahlen auf Kohlensäure und Wasserstoff in statu nascendi bei Gegenwart von Kaliumhydroxyd eine Photosynthese vor sich ging und daß sich der gebildete Formaldehyd bei Vorhandensein von Kali zu

---

[1] Julius Stoklasa und W. Zdobnický, Diese Sitzungsberichte, Bd. CXIX, Abt. II b, 1910. — Dieselben, Biochemische Zeitschrift, 30. Bd., 6. Heft, 1911.

Zucker kondensiert. Diesen Vorgang können wir uns so vorstellen, daß sich Kaliumbicarbonat bildete, welches durch naszierenden Wasserstoff leicht reduziert wurde und dessen Reduktionsprodukt sofort in Zucker überging. Bei der Übertragung der von uns bei diesen Experimenten gewonnenen Resultate auf die biochemischen Prozesse in der Pflanzenzelle können wir uns den Vorgang der pflanzlichen Kohlenhydratsynthese unter Einwirkung der ultravioletten Strahlenenergie, als deren Endeffekt Zucker entsteht, folgendermaßen vorstellen:

Die Kohlensäure, welche in die Spaltöffnungen dringt, wird in den chlorophyllhaltigen Zellen von im Wasser gelöstem Kali und Natron absorbiert und durch fortwährend nachströmende Kohlensäure wird das Kali und Natron in Bicarbonate umgewandelt. Das Kaliumbicarbonat gelangt dann in das Protoplasma der assimilierenden Gewebselemente.

Die reine Kohlensäure wird also in der chlorophyllhaltigen Zelle durch den naszierenden Wasserstoff nicht reduziert. Die Reduktion findet durch das Kaliumbicarbonat, das in seiner Entstehung begriffen ist, in der Zelle statt. Bei Gegenwart von Kali kondensiert sich der Formaldehyd zu Kohlenhydraten. Es ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sich neben Formaldehyd auch peroxydartige Stoffe bilden, die leicht unter Sauerstoffabgabe zerfallen.

Daß überhaupt gebundene Kohlensäure, und zwar in Form von Bicarbonaten, für den Stoffwechsel in Betracht kommt, wissen wir schon aus alten Versuchen und dies wurde auch von Hassak,[1] Nathansohn[2] und Udo Angelstein[3] bestätigt, die verschiedene Pflanzen in Lösungen von Bicarbonaten beobachteten und dabei die Ausscheidung von Sauerstoff konstatieren konnten.

---

[1] Hassak, Unters. aus dem Botanischen Institut zu Tübingen. 1888, Bd. 2, p. 471.

[2] Nathansohn, Über die Bedingungen der Kohlensäureassimilation in natürlichen Gewässern. Ber. d. K. S. Ges. d. Wiss., 59, 1907.

[3] Udo Angelstein, Untersuchungen über die Assimilation submerser Wasserpflanzen. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Breslau, 1910.

Kürzlich hat Molisch (Diese Berichte 18, Abt. I, 1909; 19, Abt. I, 1910) gezeigt, daß grüne Wasserpflanzen Mangan und Eisen in ihre Membranen, beziehungsweise auf denselben einlagern können, wobei die charakteristische Einlagerung von Manganoxyd nur im Lichte erfolgt und auch die Eisenablagerung durch das Licht verstärkt wird, beziehungsweise ebenso wie die von Mangan strenge vom Licht abhängig ist.

Es ist ja bekannt, daß die Wasserpflanzen die Kohlensäure aus den Bicarbonaten assimilieren. Uns ist es gelungen, durch exakte Experimente nachzuweisen, daß auch die Landpflanzen imstande sind, in kohlensäurefreier Atmosphäre Kaliumbicarbonat zu assimilieren und für den Aufbau neuer lebender Substanz mit Vorteil zu benützen.

Das nötige Kalium ist stets neben Phosphor in dem Chlorophyll vorhanden. Wir haben in unseren Chlorophyllpräparaten 0·43 bis 0·57% Kaliumoxyd gefunden.[1]

Von großem Interesse ist gewiß die von Lieben[2] gefundene Tatsache, daß schon ohne Einwirkung der ultravioletten Strahlen das Kaliumbicarbonat und Natriumbicarbonat, besonders wenn sie in Entstehung begriffen sind, d. h. wenn die Bedingungen zu ihrer Bildung gegeben sind, durch naszierenden Wasserstoff leicht zu ameisensaurem Salz reduziert werden. Magnesiumbicarbonat wird von dem naszierenden Wasserstoff überhaupt nicht reduziert. Daß Wasserstoff tatsächlich in der Pflanzenzelle entsteht, haben wir schon in mehreren Arbeiten[3] hervorgehoben.

Die Aufgabe des Chlorophylls bei der photosynthetischen Assimilation besteht nun in der Absorption der ultravioletten

[1] Julius Stoklasa, Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Funktion des Kalis im Pflanzenorganismus. Zeitschrift für landw. Versuchswesen in Österreich. 1908.

[2] Ad. Lieben, Monatshefte für Chemie, 1895 und 1897.

[3] J. Stoklasa, Fermentation lactique et alcoolique dans les tissus des plantes. Enzymes qui provoquent cette fermentation. Vortrag, gehalten auf dem VI. Internationalen Chemikerkongreß in Rom. 1906. — Julius Stoklasa unter Mitwirkung von Adolf Ernest und Karl Chocenský, Über die glykolytischen Enzyme im Pflanzenorganismus. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. 50, Heft 4 und 5, 1907.

Strahlen. Das Chlorophyll müssen wir als einen Sensibilisator der Strahlenenergie in der Pflanzenzelle ansehen. In der chloropyllhaltigen Pflanzenzelle entsteht Formaldehyd nicht nur durch die Reduktion des Kohlendioxyds mittels Wasserstoffs, der unter Einwirkung der Atmungsenzyme gebildet wird, sondern Formaldehyd bildet sich auch aus Wasser und Kohlendioxyd, und zwar in der Weise, daß das Wasser wahrscheinlich zersetzt wird und der entstandene Wasserstoff die Kohlensäure zum Formaldehyd reduziert. Diese beiden Prozesse verlaufen natürlich parallel nebeneinander unter dem Einflusse der ultravioletten Strahlen.

Neben dieser wichtigen sensibilisatorischen Tätigkeit spielt das Chlorophyll sicherlich auch eine große Rolle bei den intermediären Phasen schnell vorschreitender chemischer Reaktionen. Um einen Einblick zu gewinnen, wie ultraviolette Strahlen auf die chlorophyllhaltige Zelle einwirken, haben wir unsere Versuche in nachstehender Weise angeordnet:

I. Versuch.

Zu dem ersten Versuche benutzten wir nachstehende Kulturpflanzen: Erbsen (*Pisum sativum*), Mais (*Zea mais*), Hafer (*Avena sativa*) und Gerste (*Hordeum distichum*).

Die gekeimten Samen, welche sich in ganz unversehrtem Zustande befanden, wurden in feuchten Sand gelegt und in eine Dunkelkammer bei 20° C. zur Entwicklung gebracht. Nach 10 Tagen wurden die sich entwickelnden vollkommen etiolierten Pflänzchen in drei Gruppen geteilt. Die erste Gruppe wurde in der Dunkelkammer gelassen, die zweite Gruppe dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt, die dritte Gruppe unter die Quecksilberquarzlampe von der »Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Union« in einer Entfernung von 45 *cm* gestellt. Diese Lampe hatte 110 Volt und 4 Ampere und war mit einer Glasglocke versehen. Nach Pflüger[1] kann man annehmen, daß die Energie der ultravioletten Strahlen bei der Queck-

[1] Pflüger, Physikalische Zeitschrift, Leipzig 1904.

silberquarzlampe von gleicher Größe ist wie die der sichtbaren.

Von Zeit zu Zeit wurden die Farbenveränderungen, welche die Pflänzchen zeigten, kontrolliert. Es zeigte sich, daß die jungen Blätter der unter der Quecksilberquarzlampe stehenden Keimlinge schon nach 2 Stunden eine deutliche sattgrüne Färbung annahmen, wogegen die dem intensiven Sonnenlicht ausgesetzten noch immer etioliert, also gelb waren. Nach ungefähr 6 Stunden konnten wir konstatieren, daß die ultravioletten Strahlen keine weitere besondere Wirkung mehr auf das Ergrünen der Kulturen ausübten, denn die dem Sonnenlicht ausgesetzten Keimlinge hatten die von der Quecksilberquarzlampe belichteten eingeholt und hielten von nun an, was die Intensität des Ergrünens anbelangt, mit ihnen gleichen Schritt.

II. Versuch.

Den I. Versuch wollten wir nicht für maßgebend halten und haben daher diesen Versuch wiederholt, und zwar mit denselben Kulturen, die aber 3 Wochen lang in einer Dunkelkammer zur Entwicklung gebracht worden waren. Sie wurden wieder in drei Gruppen geteilt, von denen eine in einer Dunkelkammer belassen, die zweite unter die Quecksilberquarzlampe gestellt, die dritte auf dem Fenster dem diffusen Tageslicht ausgesetzt wurde. An diesem Versuchstag war nämlich der Himmel vollkommen bewölkt und die Sonne kam nur zeitweise zum Vorschein.

Bevor wir an die Belichtung der Pflanzen gingen, hatten wir die Intensität des am Fenster herrschenden diffusen Lichtes sowie des Quecksilberquarzlampenlichtes gemessen. Wir bedienten uns dazu der Wiesner'schen Lichtmessungsmethode,[1] benutzten sein Photometer und ein von ihm selbst hergestelltes 1 und 10 Ton. Die Intensität des diffusen Tageslichtes am Laboratoriumsfenster betrug 0·0270 in Bunsen-Roscoe-Einheiten ausgedrückt. Die Intensität des Lichtes der Quecksilber-

[1] Wiesner, Lichtgenuß der Pflanzen, 1907, p. 10, Die photometrischen Methoden zur Bestimmung des Lichtgenusses der Pflanzen.

quarzlampe, die mit einer Glasglocke umgeben war, betrug in einer Entfernung von 45 *cm* 0·0344 B. R. Die Intensität des Quecksilberquarzlampenlichtes ohne Schirm in der Entfernung von 5 *cm* betrug 10 B. R. Diese Lichtintensität ist nun eine ganz enorme, denn sie übersteigt fast um das Vierfache die Maxima der Lichtintensität, welche Wiesner in der Natur bei völlig klarer Sonne beobachten konnte.[1]

Der Unterschied der Intensitäten des diffusen Tageslichtes am Fenster und der mit der Glasglocke geschützten Quecksilberquarzlampe in der Entfernung von 45 *cm* (bei welcher wir arbeiteten), war nicht besonders groß. Die beiden Intensitäten verhielten sich wie 1 : 1·278.

Die Pflänzchen wurden unter die Quecksilberquarzlampe, welche mit einer Glasglocke geschützt war, in der Entfernung von 45 *cm* (vom Brenner bis zur Wurzel gemessen) aufgestellt und belichtet. Das Ergrünen der jungen Blätter ging diesmal auffallend langsamer vor sich, was wir uns dadurch erklären, daß durch das zu lange Etiolement die Lebensenergie der Pflanzen ungemein geschwächt war, so daß sie nicht so prompt reagieren konnten wie die, welche nur 10 Tage lang etioliert waren. Immerhin haben wir nach etwa 4 Stunden eine auffallende Farbenveränderung konstatieren können. Namentlich die jungen Keimlinge, welche in ihrer Entwicklung wegen späterer Keimung zurück waren (dies gilt namentlich von den Keimlingen *Pisum sativum* und *Zea mais*), zeichneten sich durch eine schöne sattgrüne Färbung aus.

Aus diesem Versuche geht deutlich hervor, daß durch das lange Etiolieren in der Dunkelkammer die Lebensenergie des Protoplasmas so stark beeinträchtigt wurde, daß die ultravioletten Strahlen nicht imstande waren, die Bildung des Chlorophylls sofort zu bewirken.

III. Versuch.

Um nun die Farbenunterschiede an den etiolierten Pflanzen bei Anwendung der künstlichen Belichtung im Vergleiche zu

[1] Wiesner, l. c. Mittagsintensitäten und Maxima, p. 51.

der natürlichen Belichtung besser studieren zu können, benutzten wir eine Pflanze, welche mit einer breiten Blattspreite versehen ist, die zugleich auch so fest ist, daß man sie in eine bestimmte Lage zu den auffallenden Lichtstrahlen stellen kann, ohne befürchten zu müssen, daß während des ganzen Experimentes irgendwelche namhafte Krümmungen derselben stattfinden. Als sehr zweckmäßig erschien uns hiefür die Zuckerrübe (*Beta vulgaris*). Es wurden am 19. Oktober 1910 15 Stück Rübenwurzeln aus dem Versuchsfeld genommen und in geräumige Vegetationsgefäße, die 35 *cm* hoch waren und 27 *cm* im Durchmesser hatten, eingesetzt, so daß auf ein Vegetationsgefäß eine Rübenwurzel entfiel. Die Vegetationsgefäße waren mit humosem Sandboden gefüllt, welchem alle wichtigen Pflanzennährstoffe zugesetzt waren. Sämtliche Blätter wurden sorgfältig abgeschnitten, alle Vegetationsgefäße in eine Dunkelkammer gebracht und daselbst 2 Monate belassen. Die neuen etiolierten Blätter entwickelten sich ungemein langsam, aber üppig und bildeten zur Zeit der Belichtung ganz stattliche Rosetten. Die längsten Blätter erreichten eine Länge von etwa 20 *cm*, wovon die Blattspreite ungefähr einem Drittel der Gesamtlänge entsprach. Die etiolierten Rübenpflanzen wurden in drei Gruppen geteilt und eine davon in der Dunkelkammer weiter belassen, die zweite dem diffusen Tageslicht ausgesetzt und die dritte wurde unter die Quecksilberquarzlampe, welche mit einer Glasglocke versehen war, gestellt und in einer Entfernung von 45 *cm* (vom Quarzbrenner bis zur Wurzel gemessen) belichtet.

Schon nach 1 Stunde konnte man bemerken, daß die unter der Quecksilberquarzlampe stehenden Blätter zusehends ergrünten. Nach 2 Stunden war ihre Farbe bereits sattgrün, während die dem diffusen Tageslicht ausgesetzten Blätter kaum ihre gelbe Farbe geändert hatten. Nun setzten wir die Dauer der Belichtung auf insgesamt 10 Stunden hindurch fort. Nach 14stündiger Nachtpause wurden sie am zweiten Tage nochmals $3^1/_2$ Stunden belichtet. Die Gesamtdauer der Belichtung mit der Quecksilberquarzlampe betrug also insgesamt $13^1/_2$ Stunden. Die zweite Gruppe wurde dem diffusen Tageslicht 2 aufeinander

folgende Tage zu je 7 Stunden, also insgesamt 14 Stunden ausgesetzt. Hierauf wurden die Pflanzen aller drei Gruppen nebeneinandergestellt und verglichen. Dabei zeigten sich, nicht nur, was Farben, sondern auch was die Morphologie der Blätter betraf, ganz gewaltige Unterschiede.

Auf den Taf. I und II sind die Rübenpflanzen in ihren Vegetationsgefäßen photographiert. Taf. I zeigt die etiolierten Kulturen. Taf. II die, welche der Einwirkung der ultravioletten Strahlen ausgesetzt waren. Auf Taf. III sind die Blätter in ihrer Naturfarbe aus allen drei Gruppen nebeneinander abgenommen.

Blatt *a)* stammt aus der Gruppe der Vegetationsgefäße, welche von ultravioletten Strahlen belichtet worden waren,

Blatt *b)* aus der Gruppe von Vegetationsgefäßen, die in der Dunkelkammer belassen wurden,

Blatt *c)* aus der Gruppe von Vegetationsgefäßen, die dem diffusen Tageslicht ausgesetzt gewesen waren.

Wenn wir die Rübenblätter der einzelnen Gruppen näher betrachten, können wir folgendes wahrnehmen:

1. Die Blätter der etiolierten Pflanzen waren ausgesprochen gelb, die Lamina am Rande stark nach einwärts gebogen und zeigten auf der Unterseite sehr stark hervortretende primäre Nerven. Die sekundären Nerven waren kaum sichtbar.

2. Die Blätter derjenigen Pflanzen, welche dem diffusen Tageslicht ausgesetzt wurden, waren grünlichgelb gefärbt, die Lamina fast vollkommen aufgerollt und auf der Unterseite zeigten sich deutlich hervortretende sekundäre Nerven.

3. Die von der Quecksilberquarzlampe belichteten Blätter waren intensiv smaragdgrün, die Lamina ganz ausgebreitet und am Rande stark gekraust. Die Unterseite zeigte sämtliche Nerven vollkommen ausgebildet und selbst die feinsten derselben traten mit großer Schärfe hervor. Die Blätter waren ungemein steif und ziemlich leicht brüchig. Als auffallend muß weiter bezeichnet werden, daß die künstlich belichteten Blätter, welche abgeschnitten und im Wasser

aufbewahrt wurden, selbst noch nach einer Woche ihr frisches Aussehen erhalten hatten, wogegen die etiolierten und die dem diffusen Tageslicht ausgesetzten bei dem gleichen Versuche schon nach drei Tagen ziemlich welk waren.

Wir haben es versucht, in den etiolierten und künstlich belichteten Pflanzen mit dem Grafe'schen Reagens[1] den Formaldehyd qualitativ nachzuweisen. Hierzu benutzten wir je 35 *g* zerriebene Blätter, welche wir mit Wasserdampf destillierten. Das erste Destillat (je 1 cm^3) diente zur Ausführung der Reaktion. Dieselbe fiel in beiden Fällen negativ aus, trotzdem wir bei einem schon im Sommer durchgeführten Versuche, zu welchem bloß zwei mittelgroße frische grüne Rübenblätter verwendet wurden, mit dem genannten Reagens eine deutliche Reaktion bekamen.

Die Bestimmung der gesamten wasserlöslichen Kohlenhydrate nach der Inversion der Lösung, die durch heiße Digestion der frischen Blätter gewonnen wurde, ergab nach der Allihn'schen Kupfermethode bei den etiolierten Blättern 1·072% bei den von der Quecksilberquarzlampe belichteten 1·653%, auf Saccharose berechnet.

Wie wir bereits erwähnten, haben wir sämtliche Belichtungsversuche mit einer Quecksilberquarzlampe ausgeführt, welche mit einer schützenden Glaskugel versehen war. Es ist nämlich nach Angaben von Schanz und Stockhauser[2] festgestellt, daß gewöhnliches Lampen- und Brillenglas nur für Strahlen von einer kürzeren Wellenlänge als etwa $\lambda = 300\,\mu\mu$ undurchlässig ist, daß dagegen die chemisch wirksamen ultravioletten Strahlen, die eine Wellenlänge von $\lambda = 400$ bis $300\,\mu\mu$ haben, von gewöhnlichem Glase durchgelassen werden. Bei unseren Belichtungsversuchen sind also neben den sichtbaren grünen, blauen und violetten Strahlen auch noch ultraviolette

[1] Viktor Grafe, Über ein neues spezifisches Formaldehydreagens. Österr. botan. Zeitschr., 1906, Nr. 8.

[2] Schanz und Stockhausen, 79. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte; Elektrotechn. Anzeiger 1907, p. 876, und Hauptversammlung des Elektrotechnischen Vereins, 1908; Elektrotechn. Zeitschrift 1908, p. 777.

Strahlen von einer Wellenlänge $\lambda = 400$ bis 300 $\mu\mu$ zur Wirkung gekommen.

IV. Versuch.

Von großer Bedeutung sind die Belichtungsversuche, die wir ohne Glaskugel ausgeführt haben, bei welchen also die Strahlen direkt mit voller Intensität auf die Pflanzen einwirkten. Die etiolierten Pflanzenkeimlinge waren vom Brenner 30 bis 35 *cm* entfernt. Merkwürdigerweise stellte sich heraus, daß durch die direkte Einwirkung der ultravioletten Strahlen derselbe Effekt erzielt wurde wie bei dem vorigen Versuche, bei welchem die Lampe mit einer Glaskugel versehen war.

Die Energie der Bildung des Chlorophylls war also die gleiche bei den Belichtungen mit und ohne Glaskugel. Daraus kann man deduzieren, daß auf die Bildung des Chlorophylls in etiolierten Keimlingen Strahlen von einer kürzeren Wellenlänge als $\lambda = 300\ \mu\mu$ keinen Einfluß haben.

Wir haben volle 2 Stunden auf die Keimlinge von *Pisum sativum, Zea mais* und *Hordeum distichum* ultraviolette Strahlen direkt einwirken lassen und betonen hier nochmals, daß die Keimlinge vor dieser Belichtung etioliert waren. Nach dieser zweistündigen Expositionsdauer aber bekamen die Keimlinge ein frisches grünes Aussehen und von einer Zersetzung des Chlorophylls und Schwärzung der Blätter konnten wir nichts bemerken.

Maquenne und Demoussy publizierten vor zwei Jahren ihre Beobachtungsresultate über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation der grünen Pflanzen.[1] Ihre Versuche ergaben:

[1] Maquenne und Demoussy, Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences 1909, t. 149, p. 756.

1. Die ultravioletten Strahlen führen in verhältnismäßig kurzer Zeit den Tod der Pflanzenzellen herbei; dies dauert ungefähr so lange wie die Sterilisierung einer infizierten Flüssigkeit. Ihre Wirkung erstreckt sich besonders auf die Oberfläche, tief in das Innere scheinen die Strahlen nicht dringen zu können.

2. Die Schwärzung der Blätter wie überhaupt die Färbungsveränderungen, welche man an den dem direkten Bogenlicht ausgesetzten Pflanzen beobachten kann, sind ausschließlich auf das Vorherrschen der ultravioletten Strahlen in diesem Lichte zurückzuführen. Sie sind die Folge des Absterbens des Protoplasmas und nicht, wie man bisher glaubte, die unmittelbare Wirkung der elektrischen Insolation.

Aus den vorstehenden Beobachtungen von Maquenne und Demoussy ergibt sich also, daß die ultravioletten Strahlen auf die Vegetation der grünen Pflanzen ungemein schädlich einwirken. Unsere Resultate sind mit den Ergebnissen dieser Forscher durchaus nicht unvereinbar, weil ja ihre Versuche mit ganz anderen Pflanzen angestellt wurden. Es ist ja bekannt, daß verschiedenartige Pflanzen in bezug auf die physiologischen Leistungen sich verschieden verhalten. Außerdem waren die Versuchsobjekte in einer kleineren Entfernung vom Brenner aufgestellt, und zwar 15 bis 20 *cm*, während unsere 30 bis 35 *cm* vom Brenner entfernt waren. Schließlich gaben diese Forscher selbst zu, daß nach einer zweistündigen Expositionsdauer noch keine sichtbare Veränderung des Parenchyms zu konstatieren war, sondern daß die Braunfärbung erst nach 3 bis 4 Stunden eintrat.

Behufs besserer Orientierung über die physiologische Leistung der ultravioletten Strahlen auf das Chlorophyll ließen wir die Strahlen auf die alkoholische Lösung von Chlorophyll einwirken. Die Chlorophyllösung wurde wie folgt bereitet:

Zuerst wurden frische reine Blätter von *Lathyrus odoratus* im Gewichte von zirka 3 *kg* möglichst vollständig mit absolutem Alkohol bei 50° C. extrahiert. Die Alkoholextrakte wurden unter Zusatz von destilliertem Wasser mit Äther geschüttelt. Die entstandene grüne ätherische Schichte wurde abgesaugt, im Vakuum bei 40 bis 50° C. abgedampft und

der Verdampfungsrückstand mittels Äther digeriert. Hierauf haben wir die Ätherlösung neuerdings abgedampft und den Verdampfungsrückstand in Alkohol aufgelöst. Dünne Eprouvetten, welche aus durchsichtigem Quarz hergestellt waren, wurden mit dieser Lösung gefüllt und diese dann der direkten Einwirkung der ultravioletten Strahlen ausgesetzt. Die Entfernung von dem Brenner der Quecksilberquarzlampe betrug 14 *cm*. Damit die Wärme keinen schädlichen Einfluß auf das Chlorophyll ausüben und der Alkohol nicht verdampfen kann, wurden die Eprouvetten auf der Rückseite fortwährend gekühlt. Die Expositionsdauer betrug 5 bis 60 Minuten.

Das Absorptionsspektrum war vor und nach der Exposition stets das gleiche, es konnte also durch spektroskopische Messungen keine Zersetzung des Rohchlorophylls wahrgenommen werden. Diese Versuche werden von uns nochmals mit einer ganz dünnen Schicht einer Chlorophyllösung wiederholt. P. A. Dangeard[1] hat vor kurzer Zeit über die Wirkung des Lichtes auf Chlorophyll Studien angestellt. Um die Wirkung der verschiedenen Lichtstrahlen auf das Chlorophyll zu ermitteln, stellte dieser Autor eine alkoholische Chlorophyllösung her und trug nach dem Behandeln der Lösung mit Kollodium eine dünne Schicht der Masse auf eine Glasplatte auf. Diese Schicht wurde nun der Wirkung eines sehr reinen Spektrums ausgesetzt, wobei sich das Chlorophyll infolge der längeren Einwirkung einzelner Strahlen an gewissen Stellen entfärbte, an anderen Stellen dagegen nicht. Es ließen sich so ganz genau die für Chlorophyll wirksamen und unwirksamen Strahlen ermitteln. Die Methode ist nach der Ansicht dieses Forschers auf andere lichtempfindliche Stoffe ausdehnbar.

Wir müssen Jost[2] zustimmen, daß es uns bei dem jetzigen Stande der Kenntnisse über die Wirkung der Strahlen verschiedener Wellenlänge auf das Chlorophyll trotz der großen

---

[1] P. A. Dangeard, L'action de la lumière sur la chlorophylle, Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, Tome 151, No. 26, Paris 1910.

[2] Ludwig Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Verlag von Gustav Fischer, Jena 1908.

Literatur bisher nicht möglich ist, ein positives Urteil abzugeben, wie sich die stärker brechbaren sowie die schwächer brechbaren Strahlen eigentlich dabei verhalten.

Die Lösung der Frage bezüglich der formativen Wirkung der blau-ultravioletten sowie der roten und überhaupt der minder brechbaren Strahlen erfolgte bisher auf keine exakte Weise. Man unterließ es nämlich, zu berücksichtigen, daß eine längere einseitige Förderung einer Funktion durch bestimmte Strahlen die Pflanzen in einen pathologischen Zustand versetzen kann. Die Methoden, welche man bisher zu Versuchen über die Wirkung der Strahlen verschiedener Wellenlängen auf das Chlorophyll anwendete, und zwar die von Daubeny (1836), welcher mit farbigen Gläsern operierte, und auch die Senebier'schen Glocken eigneten sich nicht für das Studium der Mechanik des Stoff- und Gasaustausches.

Die Versuche, welche von zahlreichen Forschern, wie Hunt,[1] Sachs,[2] Ad. Mayer,[3] R. Weber,[4] Morgen,[5] Wollny,[6] Draper, Gloez und Gratiolet,[7] Strohmer und Stift,[8] Macagno,[9] C. Flammarion,[10] Murinoff,[11] Dumont[12] etc.

---

[1] Hunt, Bot. Ztg., 1851, p. 319.

[2] Sachs, Bot. Ztg. 1864, p. 371, und Arbeit des Botan. Instituts in Würzburg, 1871, Bd. I, p. 56.

[3] Ad. Mayer, Versuchsstat. 1867, Bd. 9, p. 396.

[4] R. Weber, Versuchsst., 1875, Bd. 18, p. 18.

[5] Morgen, Bot. Ztg., 1877, p. 579.

[6] Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, 1894, Bd. 17, p. 317.

[7] Draper, Cloez und Gratiolet, Pfeffer's Pflanzenphysiologie, I. Bd., 1897.

[8] F. Strohmer und A. Stift, Über den Einfluß der Lichtfarbe auf das Wachstum der Zuckerrübe, Österr.-Ungar. Zeitschrift für Zuckerindustrie und Landw., 1904, 33, 17.

[9] Macagno, Bot. Ztg., 1874, p. 544.

[10] C. Flammarion, Die Einwirkung gefärbten Lichtes auf Pflanzen, Bull. Mens. Off. Renseig. Agr. (Paris), 1907, 6, 1321; ref. nach Exper. Stat. Rec., 1908, 19, 727.

[11] A. Murinoff, Einfluß des Lichtes und der Feuchtigkeit auf die Zusammensetzung der Pflanze, Ber. d. deutsch. botan. Ges., 1907, 25, 507.

[12] J. Dumont, Die Lichtstrahlen und der Stickstoffgehalt des Weizens, Compt. rend., 1906, 143, 1179.

entweder mit färbigen Gläsern oder mit doppelwandigen Glasglocken, die mit Kaliumbichromat oder mit Kupferoxydammoniak gefüllt waren, angestellt wurden, lieferten sich derart widersprechende Ergebnisse, daß sie kein Urteil über die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf das Chlorophyll zuließen. Das gleiche war auch der Fall, als mit dem Reinke'schen[1] Spektrophor zu experimentieren versucht wurde. Einige Forscher vertraten da die Ansicht, daß die rote Hälfte eine viel größere Wirkung habe als die blaue, andere wieder, namentlich Timiriaseff,[2] äußerten sich dahin, daß die doppelte assimilatorische Wirkung der blauen Hälfte zuzuschreiben sei.

Daß, wie viele Forscher annehmen, die Assimilationskurve innerhalb der blauen Hälfte des Spektrums kontinuierlich sinkt, scheint meiner Meinung gemäß nicht auf Wahrheit zu beruhen.

Selbst Engelmann[3] hat schon im Jahre 1884 konstatiert, daß die Assimilationskurve ein zweites Maximum in der Nähe der Fraunhofer'schen Linie *F* erreicht.

Nach unseren Beobachtungen sind bei der Chlorophyllsynthese die Strahlen, welche eine Wellenlänge von $\lambda = 575$ bis 300 $\mu\mu$ aufweisen, am wirksamsten.[4]

Wir müssen annehmen, daß es sich in den Wachstumsreaktionen um primäre oder sekundäre chemische Prozesse handelt, welche durch stärker brechbare Lichtstrahlen veranlaßt werden. Das Leben der Pflanzenzelle ist nichts anderes als das äußerst komplizierte physikalisch-chemische Funktionieren des Protoplasmas.

---

[1] Reinke, Bot. Ztg., 1884, p. 1. — Über die Versuche Timiriaseff's vgl. Botan. Jahresber., 1875, p. 779; Annal. d. scienc. naturelles, 1885, sér. VII, Bd. 2, p. 99, und die Kritik bei Reinke, Ber. d. Botan. Ges., 1885, p. 337.

[2] Timiriaseff, Ann. sc. nat. (7), 1885, 2, 99—1903, Proc. R. Soc., Bd. 72, 424.

[3] Engelmann, Bot. Ztg., 42, 81, 1884. — Pflüger's Archiv, 57, 375, 1894.

[4] Nach Pflüger und Ladenburg (Physikalische Zeitschrift, 1904) enthält die Quecksilberquarzlampe Strahlen in einer Wellenlänge von $\lambda = 575$ bis 250 $\mu\mu$. Die Energie der beiden noch im sichtbaren Gebiete liegenden roten Linien bei 615 und 695 $\mu\mu$ ist zu gering, um mit der Thermosäule noch nachgewiesen werden zu können.

Daß die ultravioletten Strahlen auf die chlorophyllhaltigen Pflanzenorgane eine große formative Wirkung ausüben, ist auf Grund unserer Untersuchungen heute eine feste Tatsache.

Genau so, wie die ultravioletten Strahlen für die Bildung des Chlorophylls sowie für die photosynthetische Assimilation äußerst wichtig sind, kann diese Energiequelle infolge längerer Einwirkung eine gewaltige Zerstörung des Zellebens verursachen, was dann das Absterben des Protoplasmas zur Folge hat. Es ist ja bekannt, daß die hemmende und tödliche Wirkung, die das gemischte Licht auf die Bakterien ausübt, auf dem Gehalt an blau-ultravioletten Strahlen beruht.

In neuester Zeit haben Cernovodeanu und Victor Henri,[1] Maurain und Warcollier,[2] Henri, Helbronner und de Recklinghausen,[3] Th. Nogier[4] und Paul Becquerell[5] Versuche über die Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die Bakterien ausgeführt. Diese Experimente wurden zum großen Teil an pathogenen Bakterien vorgenommen, z. B. an *B. coli, typhi*, dem Pneumoniebazillus, dem Cholerabazillus, ferner dem Erreger des Starrkrampfes u. a. m.

Die keimtötende Wirkung der ultravioletten Strahlen nimmt nach diesen Autoren nicht proportional dem Quadrat

---

[1] Cernovodeanu und Viktor Henri, Etude de l'action des rayons ultraviolets sur les microbes, Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1910, I, No. 1. — Dieselben, Comparaison des actions photochimiques et abiotiques des rayons ultraviolets, Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1910, I, No. 9. — Dieselben, Action des rayons ultraviolets sur les microorganismes et sur différentes cellules. Étude microchimique, Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1910, I, No. 11, p. 729 bis 731.

[2] Maurain und Warcollier, Action des rayons ultraviolets sur le vin en fermentation, Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, 1910, I, No. 6.

[3] Henri, Helbronner und de Recklinghausen, Stérilisation de grandes quantités d'eau par les rayons ultraviolets, Comptes rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences, I, 1910, 15.

[4] Th. Nogier, Action bactéricide des lampes en quartz à vapeur de Mereure, leur application à la stérilisation des eaux potables, Archives d'electricité méd. experim. et clinique, Bordeaux, 1910, No. 279.

[5] Paul Becquerell, Comptes rendus, Paris, 1910.

der Entfernung von der Lichtquelle ab, sondern rascher. Eine Quecksilberquarzlampe von 220 Volt wirkt bei geringen Entfernungen fünfmal stärker als eine solche von 110 Volt; bei großen Entfernungen ist der Unterschied noch stärker.

Die verschiedenen Bakterien sind von verschiedener Empfindlichkeit gegen ultraviolette Strahlen. Es ist weder die Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, noch die Form, noch die Färbung, welche einen vorwiegenden Faktor bei dieser Verschiedenheit bilden. Am raschesten wird *Staphylococcus aureus* abgetötet mit 5 bis 10 Sekunden, am langsamsten der Tetanusbazillus mit 20 bis 60 Sekunden und *B. megatherium* mit 30 bis 60 Sekunden Belichtung. Es ergibt sich, daß von den ultravioletten Strahlen jene am wirksamsten sind, die eine Wellenlänge von weniger als 2800 Ångström'schen Einheiten besitzen.

Von großem Interesse ist die Frage, wie die ultravioletten Strahlen auf den *Azotobacter chroococcum* wirken, welcher in unseren Böden ungemein stark verbreitet ist und der bekanntlich die Potenz besitzt, den elementaren Stickstoff zu assimilieren.

Versuche über die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf Azotobacter chroococcum.

a) Die Wirkung der durch eine Glimmerplatte durchdringenden ultravioletten Strahlen.

Wir benutzten zu unseren Experimenten eine 0·15 *mm* starke durchsichtige Glimmerplatte. Glimmer läßt 80 bis 94% Strahlen von einer Wellenlänge $\lambda = 425$ bis 350 $\mu\mu$ durch; es sind dies violette und ultraviolette Strahlen des Sonnenlichtes. Von den Strahlen, welche eine Wellenlänge von $\lambda = 350$ bis 240 $\mu\mu$ aufweisen (das sind zumeist Strahlen der Quecksilberquarzlampe), läßt Glimmer maximal 60% durch. Von den Strahlen, welche eine Wellenlänge von $\lambda = 240$ bis 125 $\mu\mu$ besitzen, läßt Glimmer nur 10 bis 30% durch. Strahlen in dieser Wellenlänge sind in dem Lichte der Quecksilberquarzlampe in geringeren Mengen vorhanden.[1]

[1] Nach Nichols beginnt im Ultraviolett Glimmer stark zu absorbieren bei 330 $\mu\mu$; nach Liveing und Dewar beginnt die Absorption bei 310 $\mu\mu$,

Die *Azotobacter*-Kulturen wurden auf Mannitagar in feuchten Kammern kultiviert. Letztere waren derart konstruiert, daß Glasringe mit einem Durchmesser von 20 *mm* und einer Höhe von 10 *mm* an die Objektträger mittels Wasserglases angekittet waren. Sobald das Wasserglas hart geworden war, wurde in die Kammern in einer Höhe von 9 *mm* das flüssig gewordene Mannitagar (1000 *cm* Wasser, 20 *g* Agar, 20 *g* Mannit, 0·5 *g* K_2HPO_4) gegossen. Auf die Glasringe wurde eine 0·15 *mm* dünne Glimmerplatte gegeben und diese feuchten Kammern in eine Petrischale, auf deren Boden sich ein mit Sublimatlösung befeuchtetes Filtrierpapier befand, auf zwei Glasstäbchen gelegt. Hierauf wurden die zugedeckten Schalen zweimal im Autoklav bei einer Temperatur von 120° sterilisiert. Von diesen feuchten Kammern wurden 26 Stück hergestellt. Nach der Sterilisation wurden sofort die Versuche begonnen. Zunächst wurden die Mannitagarnährböden in den feuchten Kammern mit virulenten *Azotobacter*-Kulturen geimpft, sodann jede Kammer mit der Glimmerplatte so zugedeckt, daß die Platte mittels einer sterilisierten Vaseline an den oberen geschliffenen Rand der Kammer befestigt war. Zur Belichtung wurde wieder die Quecksilberquarzlampe von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft »Union«, die 110 Volt hatte, verwendet. Unter die Lampe, von welcher die Glaskugel entfernt worden war, wurde ein vertikal verschiebbarer Tisch gestellt, um die Entfernung der Kulturen von der Lichtquelle nach Belieben regulieren zu können. Es wurde zuerst bei einer 20 *cm* weiten Entfernung der Kulturen von dem Licht experimentiert. Da betrug die Temperatur 32° C. Die Expositionsdauer wurde mit einem Chronometer gemessen. Zwei Kulturen wurden immer innerhalb einer gleichen Zeit, und zwar 10, 20, 50, 80, 120, 150, 180, 240 und 300 Sekunden lang exponiert.

Als wir die Entfernung der Kulturen von dem Lichte auf 10 *cm* einstellten, betrug die Temperatur 48° C. Auch hier exponierten wir wieder stets zwei Kulturen auf 30, 50 und 80 Sekunden. Zwei Kulturen blieben unbelichtet und dienten

---

wird stark bei 295 μμ und vollständig bei 284 μμ. (H. Kayser, Handbuch der Spektroskopie, Leipzig, 1904.)

als Kontrollkulturen. Nach der Belichtung wurden alle Kulturen in den Brutschrank, woselbst eine Temperatur von 28° C. herrschte, gegeben. Schon den zweiten Tag nach der Belichtung konnte man sowohl bei den Kulturen, die 20 *cm* von der Lichtquelle entfernt waren und 10 bis 300 Sekunden lang belichtet wurden, als auch bei denen, welche 10 *cm* von dem Lichte entfernt waren und 30 bis 80 Sekunden belichtet wurden, und selbstverständlich auch bei den unbelichteten Kulturen eine wesentliche Entwicklung beobachten. Die *Azotobacter*-Kulturen wurden demzufolge durch die Einwirkung der durch die Glimmerplatte dringenden Strahlen sogar nach 300 Sekunden nicht getötet. Von dieser Tatsache überzeugten wir uns außerdem noch dadurch, daß wir alle Kulturen aus den feuchten Kammern auf einen neuen Mannitagarnährboden überimpften. Alle diese überimpften Kulturen entwickelten sich glänzend.

Es ist gewiß von großem Interesse, daß die aus der Quecksilberquarzlampe strömenden und durch die Glimmerplatte dringenden Strahlen sogar nach 300 Sekunden die *Azotobacter*-Kulturen nicht zu töten vermögen.

b) Die Wirkung der direkt einwirkenden ultravioletten Strahlen.

Die *Azotobacter*-Kulturen wurden auch bei diesen Versuchen auf Mannitagar in feuchten Kammern überimpft, nur mit dem Unterschiede, daß die feuchten Kammern nicht mit Glimmerplatten zugedeckt wurden, sondern offen blieben und der Nährboden nur mittels der Petrischale gegen Infektion geschützt war. Vor der Exposition mit direkt einwirkenden ultravioletten Strahlen wurde die Petrischale entfernt, gleich darnach aber damit wieder zugedeckt. Die Sterilisation wurde wie beim Versuch *a)* bei 120° C. zweimal vorgenommen. Die Entfernung von der Lichtquelle betrug 10 *cm*. Zwei Kulturen wurden immer eine gleiche Zeit exponiert, und zwar 1, 3, 5, 8, 10, 15, 20, 30, 50 und 60 Sekunden lang und zwei blieben behufs Kontrolle unbelichtet. Gleich nach der Belichtung wurden alle Kulturen in einen Thermostat bei einer Temperatur

von 28° C. gestellt. Schon den zweiten Tag nach der Exposition war ein verschiedenartiger Zustand bei den einzelnen Kulturen wahrzunehmen. Die 1 bis 8 Sekunden lang belichteten Kulturen wiesen ein ganz merkliches Wachstum auf. Die schnellste und üppigste Entwicklung war bei jenen Kulturen zu konstatieren, die bloß 1 Sekunde, also am kürzesten belichtet wurden. Je länger die Belichtung dauerte, desto langsamer ging das Wachstum vor sich (siehe Taf. 4). Dieser Unterschied in der Entwicklung der einzelnen Kulturen trat nach dem vierten Tage noch deutlicher hervor, woselbst die 1 Sekunde lang belichtete Kultur sich fast auf der Hälfte der ganzen Fläche des Agars ausbreitete. Die länger exponierten Kulturen waren schon viel kleiner und jene, welche man 10 Sekunden lang belichtete, wuchsen überhaupt nicht mehr. Auch bei der Überimpfung auf ein neues Agar zeigte sich, daß diese als auch die weiteren Kulturen, die über 10 Sekunden lang exponiert wurden, vollständig abgetötet waren. Daraus läßt sich schließen, daß *Azotobacter chroococcum* durch das direkte Belichten mit ultravioletten Strahlen in einer Entfernung von 10 *cm* in der Dauer von 8 bis 10 Sekunden abstirbt.

Aus diesen Versuchen erhellt, daß wahrscheinlich nur diejenigen ultravioletten Strahlen, welche die kürzeste Wellenlänge aufweisen, einen tötenden Einfluß auf *Azotobacter* ausüben, denn, wie bereits erwähnt, werden bei der Einwirkung der ultravioletten Strahlen nur die über $\lambda = 240\ \mu\mu$ durch die Glimmerplatte durchgelassen, wodurch die Bakterien nicht einmal in 300 Sekunden getötet werden. Sind aber die *Azotobacter*-Kulturen nicht mit einer Glimmerplatte bedeckt, so erfolgt die Tötung der Bakterien schon in 8 bis 10 Sekunden. In diesem Falle kommt die Wirkung sämtlicher ultravioletter Strahlen, also auch die der kürzeren als $\lambda = 240\ \mu\mu$, zur vollen Geltung.

Resumé:

I. Die jungen Blätter der etiolierten Keimlinge von Erbsen (*Pisum sativum*), Mais (*Zea mais*), Hafer (*Avena sativa*) und Gerste (*Hordeum distichum*) haben unter der Einwirkung der ultravioletten Strahlen schon nach

zwei Stunden eine deutliche sattgrüne Färbung angenommen, wogegen die dem intensiven Sonnenlicht ausgesetzten noch immer etioliert, also gelb waren. Erst nach sechs Stunden waren die jungen Blätter der Keimlinge, welche dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt waren, genau so sattgrün gefärbt wie die mit ultravioletten Strahlen belichteten.

II. Durch das lange Etiolieren in der Dunkelkammer wurde die Lebensenergie des Protoplasmas so stark beeinträchtigt, daß die ultravioletten Strahlen nicht imstande waren, die Bildung des Chlorophylls sofort zu bewirken.

III. Die Versuche mit etiolierten Blättern von der Zuckerrübe (*Beta vulgaris*) unter der Einwirkung der ultravioletten Strahlen ergaben, daß man schon nach einer Stunde bemerken kann, daß die unter der Quecksilberquarzlampe stehenden Blätter zusehends ergrünten. Nach zwei Stunden war ihre Farbe bereits sattgrün, während die dem diffusen Tageslicht ausgesetzten Blätter kaum ihre gelbe Farbe geändert hatten. Bei den belichteten und unbelichteten Blättern wurde weiter folgendes beobachtet:

1. Die Blätter der etiolierten Pflanzen waren ausgesprochen gelb, die Lamina am Rande stark nach einwärts gebogen und zeigten auf der Unterseite sehr stark hervortretende primäre Nerven. Die sekundären Nerven waren kaum sichtbar.

2. Die Blätter derjenigen Pflanzen, welche dem diffusen Tageslicht ausgesetzt wurden, waren grünlichgelb gefärbt, die Lamina fast vollkommen aufgerollt und auf der Unterseite zeigten sich deutlich hervortretende sekundäre Nerven.

3. Die von der Quecksilberquarzlampe belichteten Blätter waren intensiv smaragdgrün, die Lamina ganz ausgebreitet und am Rande stark gekraust. Die Unterseite zeigte sämtliche Nerven vollkommen ausgebildet und selbst die feinsten derselben traten mit großer Schärfe hervor. Die Blätter waren ungemein

steif und ziemlich leicht brüchig. Als auffallend muß weiter bezeichnet werden, daß die künstlich belichteten Blätter, welche abgeschnitten und im Wasser aufbewahrt wurden, selbst noch nach einer Woche ihr frisches Aussehen erhalten hatten, wogegen die etiolierten und die dem diffusen Tageslicht ausgesetzten bei dem gleichen Versuche schon nach drei Tagen ziemlich welk waren.

IV. Als wir die ultravioletten Strahlen auf die Keimlinge von *Pisum sativum*, *Zea mais*, *Hordeum distichum* und *Beta vulgaris* direkt einwirken ließen, konnten wir nach zweistündiger Expositionsdauer ein frisches grünes Aussehen der Blätter bemerken. In den Zellen fand keine Chlorophyllzersetzung statt.

V. Die Belichtungsversuche ohne Glaskugel, wo also die ultravioletten Strahlen direkt mit voller Intensität auf die Pflanzen einwirkten, ergaben folgendes:

Bei einer Entfernung der Keimlinge von der Lichtquelle von 30 bis 35 *cm* wurde durch die direkte Einwirkung der ultravioletten Strahlen bei der Ergrünung der etiolierten Blätter derselbe Effekt erzielt, wie durch die Einwirkung der Lichtstrahlen von der Lampe, die mit einer Glaskugel versehen war. Es läßt sich annehmen, daß Strahlen von einer kürzeren Wellenlänge als $\lambda = 300\,\mu\mu$ auf die Bildung des Chlorophylls in den etiolierten Blättern keinen Einfluß haben.

VI. Die alkoholische Lösung von Rohchlorophyll wird durch die Einwirkung der ultravioletten Strahlen bei einer Expositionsdauer von 5 bis 60 Minuten nicht zersetzt. Das Absorptionsspektrum war vor und nach der Exposition stets das gleiche. Nach unseren Beobachtungen sind bei der Chlorophyllsynthese die stärker brechbaren Strahlen, welche eine Wellenlänge von $\lambda = 575$ bis $300\,\mu\mu$ aufweisen, am wirksamsten.

VII. Diejenigen Strahlen, die durch die Glimmerplatte dringen, sind sogar nach 300 Sekunden nicht imstande, die *Azotobacter*-Kulturen zu töten.

VIII. Durch das direkte Belichten mit ultravioletten Strahlen in einer Entfernung von 10 *cm* in der Dauer von 8 bis 10 Sekunden werden die *Azotobacter*-Kulturen vollständig abgetötet.

Bei diesem Abtötungsprozeß kommt die Wirkung aller ultravioletten Strahlen, also auch die der kürzeren als $\lambda = 300\ \mu\mu$, zur vollen Geltung.

Über das Vorkommen und die Entstehung des Kautschuks bei den Kautschukmisteln

von

Dr. **Hugo Iltis.**

(Mit einer einfachen und zwei Doppeltafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1911.)

Einleitung. Im Jahre 1905 berichtete Warburg[1] über die kautschukführenden Früchte einiger venezuelanischen Loranthaceen. Der Kautschukgehalt dieser Früchte war einige Jahre früher von einem Italiener namens Giordana entdeckt worden und hatte, namentlich auf Anregung des Herrn G. Knoop, Direktors der Venezuela-Eisenbahn-Gesellschaft, zu einer eigenen Kautschukindustrie den Anstoß gegeben, deren Ergebnis pro 1905 mit zirka 100 *t* trockenen Mistelkautschuks geschätzt wurde.

Von Herrn Prof. Dr. C. Mikosch, dem ich für die vielfältige Förderung meiner Arbeit an dieser Stelle bestens danke, wurde ich veranlaßt, der Sache nachzugehen. Ich wandte mich an Herrn G. Knoop in Caracas mit der Bitte um Material. In der liebenswürdigsten Weise sandte mir Herr Knoop nicht nur größere Mengen trockener Früchte, sondern auch in mehreren Flaschen mit Formalin fixiertes Material von Früchten und vegetativen Teilen zweier Kautschukmisteln, der großfrüchtigen Kautschukmistel, *Strutanthus syringifolius* Mart., und der mittelfrüchtigen Mistel, *Phtirusa Theobromae* (Willd.) Eichl. Die relativ und absolut kautschukärmeren kleinfrüchtigen Kautschukmisteln [*Phtirusa pyrifolia* (H. B. K.) Eichler, *Phoradendron Giordanae* Warb., *Ph. Knoopii* Warb., *Ph. rubrum* (L.) Grieseb.

---

[1] O. Warburg, Die Kautschukmisteln. Der Tropenpflanzer, 1905, Heft Nr. 15.

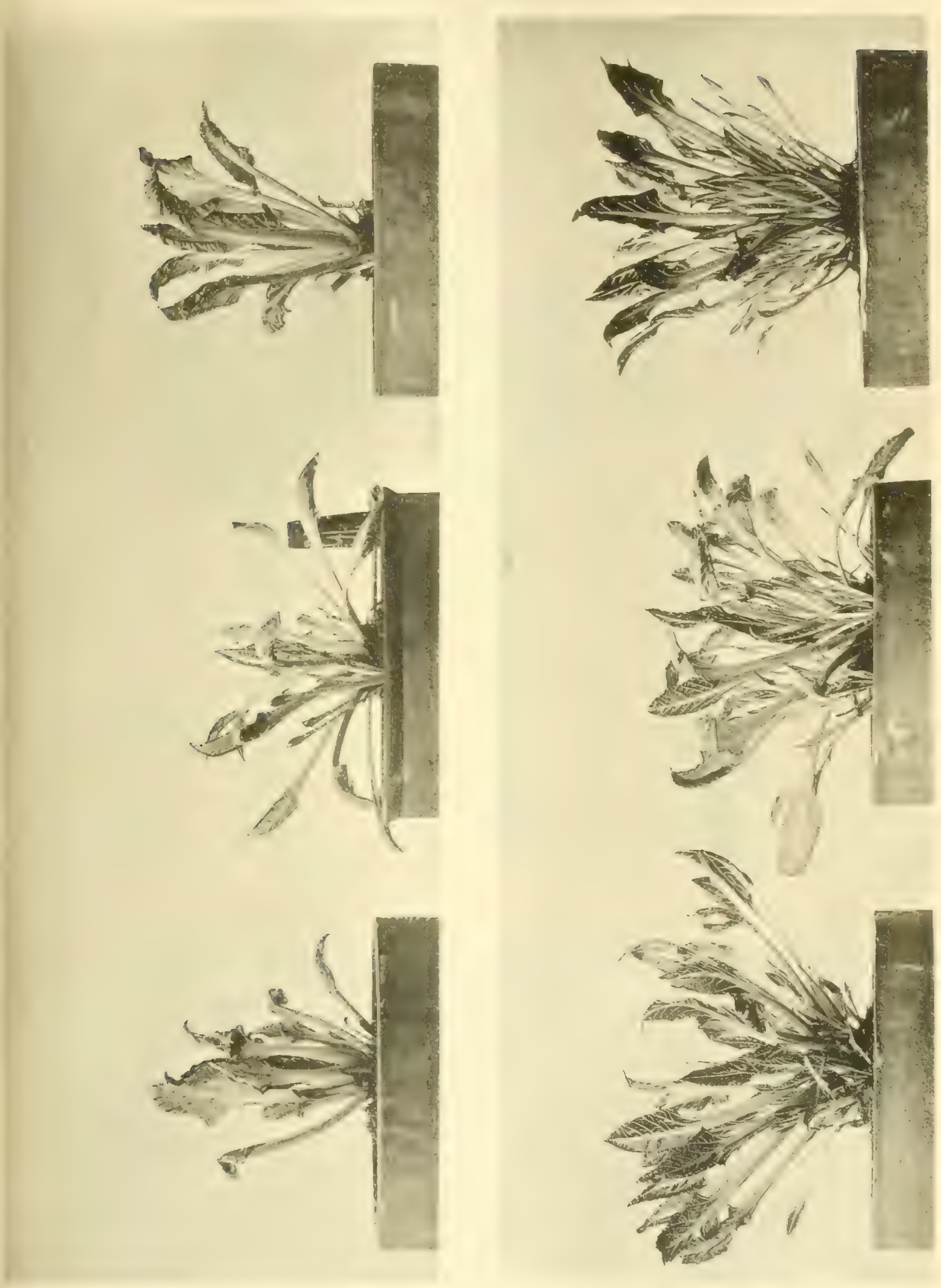
und *Strutanthus Roversii* Warb.] lagen mir zur Untersuchung nicht vor.

In der kurzen Beschreibung, die Warburg[1] von den Früchten der Kautschukmisteln gibt, heißt es: »Die Entwicklung der Kautschukschichte mikroskopisch und makroskopisch chemisch zu studieren, muß künftigen Untersuchungen überlassen bleiben. Nur soviel läßt sich schon sagen, daß die Kautschukschichte morphologisch dem Viscinmantel der meisten Mistelgewächse u. a. auch unserer einheimischen Mistel entspricht und daß er ebenso wie das Viscin aus der chemischen Umwandlung großer langgedrückter Zellen hervorgeht, wobei die Zellwände zuerst verquellen und erweichen, später aber völlig undeutlich werden; ob der Kautschuk aus dem Material der Zellwände oder aus dem Inhalt der Zellen entsteht, kann erst durch Untersuchung festgestellt werden.«

Eine etwas eingehendere Betrachtung der Fruchtanatomie beider mir vorliegenden Arten zeigte nun einerseits wesentlich andere Verhältnisse, als wie sie Warburg schildert, andrerseits aber soviel des Interessanten, daß eine genauere Beschreibung angemessen erscheint.

Vor allem zeigt ein Längsschnitt durch die reife Frucht an ihrem oberen Ende (Taf. I, Fig. 1, Taf. III, Fig. 14, 15, *V*) eine deutliche Kappe von Viscinschleim, welche neben der Kautschukschichte vorhanden ist, diese (*K*) am oberen Ende überdeckt und daher unmöglich mit ihr homologisiert werden kann. Das Übersehen der Viscinschleimkappe durch Warburg ist umso auffallender, als sich aus der Zeichnung, die dieser Autor neben die Beschreibung von *Phtirusa Theobromae* setzt, ihr Vorhandensein ergibt. Warburg dürfte die kompakte Viscinschleimmasse am oberen Ende für die Fortsetzung der Kautschukschichte gehalten haben, eine Verwechslung, die allerdings durch eine einfache Chlorzinkjodreaktion unmöglich gemacht worden wäre. Die früheren Autoren haben hinwiederum die Kautschukschichte als solche übersehen, obwohl sie in den Zeichnungen oftmals ganz richtig wiedergegeben wird; es wurde hier wiederum die Kautschukschichte für Viscin ge-

[1] L. c., p. 634.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

halten, was man am besten aus der Beschreibung der Frucht von *Phtirusa Theobromae* in der Flora Brasiliensis[1] ersieht, wo es heißt »strato viscaceo totum semen obducente«, eine Angabe, die sich nur auf die Kautschukschichte beziehen kann, da nur diese allein den ganzen Samen umzieht.

Auch die Angabe Warburgs über die Entstehung des Kautschuks selbst, wonach die Zellwände erweichen und verquellen, um später völlig undeutlich zu werden, muß berichtigt werden. Auch bei ganz reifen Früchten sind die Zellwände der Kautschukzellen intakt (Taf. II, Fig. 1, 4; Taf. III, Fig. 17, 18, *K*); besonders, wenn man den Kautschuk, der beim Schneiden leicht die Zellgrenzen überdeckt, zur Lösung bringt, gelingt es leicht, das Vorhandensein der unversehrten Wände der Kautschukzellen nachzuweisen.

Vorkommen und Entstehung des Kautschuks in der Pflanze. Zwei Umstände sind im vorliegenden Falle besonders interessant. Einerseits die Tatsache, daß der Kautschuk sich nur in den Früchten in größerer Menge findet, während für die vegetativen Teile der Loranthaceen, wenigstens in der neueren Literatur[2] kein Kautschukgehalt angegeben wird. Bei den meisten anderen Kautschukpflanzen zeichnen sich gerade die Früchte durch geringen Kautschukgehalt aus, da sie entweder holzig oder, wenn saftig, ohne größere Mengen von Kautschuk sind. Außer den Kautschukmisteln werden nur die Früchte der Bananen, wie Mikosch[3] erwähnt, zur Kautschukgewinnung herangezogen; doch fehlen genauere Angaben über diesen Fall.

Besonders eigenartig aber ist im vorliegenden Falle die Art und Weise der Kautschukentstehung. Bei den allermeisten Pflanzen, aus denen Kautschuk gewonnen wird, entsteht dieser bekanntlich in Milchröhren, die, ob nun gegliedert oder ungegliedert, aus Initialzellen hervorgehen, welche schon im Embryo

---

[1] Martius, Flora Brasiliensis, Vol. V, P. II, p. 52. München 1866—68.

[2] Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. 1899. Vgl. aber die Arbeit von P. F. Reinsch, Beiträge zur chemischen Kenntnis der weißen Mistel. Erlangen 1860.

[3] C. Mikosch in Wiesner »Die Rohstoffe des Pflanzenreichs«, Bd. I, p. 366.

angelegt sind[1] und meist bereits während der Samenreife Milchsaft führen, also während noch eine Verbindung mit dem Milchröhrensystem der Mutterpflanze vorhanden ist; alle Milchröhren der entwickelten Pflanze entstehen durch Wachstum und Verzweigung dieser Initialen.

Nicht in Milchröhren, sondern in eigentümlichen langgestreckten Idioblasten kommt der Kautschuk in den Familien der Hippocrateaceen[2] und Celastrineen[3] vor, in deren Palisadengewebe sich übrigens auch die sogenannten »Kautschukkörperchen«, deren Natur jedoch noch nicht völlig aufgeklärt ist, vorfinden; doch auch hier werden die langen Kautschukzellen ähnlich wie bei den Apocyneen etc. schon im Embryo angelegt und es ist daher auch in diesen Fällen, wie bei den Milchröhren, eine Untersuchung der Genese des Milchsaftes und des Kautschuks aus dem Grunde sehr schwierig, wenn nicht unmöglich, weil der Milchsaft des Samens eigentlich nur ein Teil des Milchsaftes der Mutterpflanze ist und später bei der Samenentwicklung und dem Wachstum der Pflanze nur eine Vermehrung, niemals aber eine völlige Neubildung erfährt. Bei einem in die Familie der Trochodendraceen gehörigen, bis 10 *m* hohen Baum, der in China einheimischen *Eucommia ulmoides*,[4] befindet sich der Kautschuk, der jedoch mehr guttaperchaartiger Natur ist,[5] in schlauchähnlichen, unverzweigten, am Ende oft keulenförmig angeschwollenen Zellen mit einem einzigen Nucleus; hier entstehen diese Kautschukzellen durch Neubildung in Geweben, die in Streckung begriffen und nicht mehr meristmatisch sind. Ähnlich findet sich bei der in

---

[1] Schmalhausen, Beiträge zur Kenntnis der Milchsaftbehälter der Pflanzen. Mem. de l'acad. d. sc. d. St. Pétersbourg, Ser. VIII, T. XXIV, 1877, und G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, 1904.

[2] F. E. Fritsch, Untersuchungen über das Vorkommen von Kautschuk bei einigen Familien der Hippocrateaceen. Beihefte z. bot. Zentr., 1902, p. 283.

[3] A. Metz, Anatomie der Laubblätter der Celastrineen mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens von Kautschuk. Beihefte z. bot. Zentr., 1903, p. 309.

[4] F. E. Weiss, The caoutchouc-containing cells of *Eucommia ulmoides* Oliver. The Transact. of Linn. Soc. Sec. II. Bd., Vol. III, 1892, p. 243.

[5] Nach Dybowsky und Frou, Compt. rend., CXXIX, Nr. 15 (1899).

letzter Zeit von H. Ross untersuchten[1] mexikanischen Kautschukpflanze Guayule, *Parthenium argentatum* Gray, einer Kompositenart, die kautschukliefernde Substanz nicht in Milchröhren; hier sind gewöhnliche Grundgewebszellen der Markstrahlen, der primären Rinde und des Holzparenchyms dicht mit kautschukartigen Stoffen erfüllt. Bei jungen Pflanzen ist nach Ross die Aufspeicherung von Kautschuk noch wenig umfangreich und nimmt erst allmählich zu.

Bei den beiden zuletzt genannten Pflanzen wäre es also möglich, die Entstehung des Kautschuks in den Zellen mikrochemisch zu verfolgen. Ähnlich, aber noch günstiger, liegen die Verhältnisse nun bei den Kautschukmisteln. In den reifen Früchten ist der Kautschuk als Inhalt einer mehrreihigen Zone tafelförmiger Parenchymzellen vorhanden (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig, 1, 4, *K*); in jüngeren Früchten sind an Stelle dieser Zone kleinere isodiametrische Zellen vorhanden (Taf. I, Fig 3; Taf. II, Fig. 3, 5, 8, 13, *K*). Durch eine genaue mikrochemische Untersuchung der Substanzen, die in diesen Zellen vor der Bildung des Kautschuks vorhanden sind, wird es möglich sein, die Frage nach der Entstehung des Kautschuks in der Pflanze, wenn nicht zu beantworten, so doch der Lösung näher zu bringen. Leider gestattete mir mein mit Formalin fixiertes und in bezug auf jüngere Stadien spärliches Material nicht, diese Frage genauer zu verfolgen. Ich mußte mich damit begnügen, die an sich interessante Anatomie der reifen und der jüngeren Früchte gründlich zu studieren und so die Grundlage für eine spätere entwicklungsgeschichtlich-chemische Arbeit über die Entstehung des Kautschuks zu geben, die ich mir für den Fall vorbehalte, daß es mir gelingt, lückenloses frisches oder tadellos fixiertes Material zu erhalten.

Die großfrüchtige Mistel, *Struthanthus syringifolius* Mart., findet sich nach der Flora Brasiliensis[2] als Parasit auf Lauraceen, Mangifereen und nach Knoop auch auf Arten der zu den Minoceen gehörigen Gattung *Juga* und ist ein Sträuchlein mit

---

[1] H. Ross, Der anatomische Bau der mexikanischen Kautschukpflanze »Guayule«, *Parthenium argentatum* Gray. Ber. d. bot. Ges., 1908, XXVIa.

[2] L. c.

zusammengedrückten, teils aufrechten, teils hängenden Zweigen, die in der Jugend grün und dünn, im Alter grau oder weißlich und reich an Lenticellen sind. Die Blätter sind eiförmig oder oblong, spitzig oder zugespitzt und an der Basis in den Stiel verschmälert. Die Blüten sind diöcisch, weißlich oder gelblich gefärbt und stehen in achselständigen armblütigen Rispen. Meist sind zwei bis drei Blüten beisammen, jedoch bildet sich fast immer nur eine davon zur vollkommen reifen Frucht aus.

Vegetative Teile von Strutanthus. Die Anatomie der vegetativen Teile studierte ich namentlich im Hinblick auf das Vorkommen kautschukführender Elemente; es ergab sich jedoch, daß in den vegetativen Teilen keine Kautschukzellen vorhanden sind. Im übrigen zeigten sich fast alle Gewebeelemente, die für die Familie der Loranthaceen nach Solereder[1] charakteristisch sind. Der Stamm weist ein oberflächliches zirka vier Zellreihen starkes Periderm auf; in der Rinde und im Mark finden sich die von Marktanner-Turneretscher[2] im Parenchym von Viscum beobachteten eigentümlichen Steinzellgruppen, deren Lumen entweder spaltförmig verästelt oder infolge einseitiger Verdickung ganz an die Peripherie gerückt und in diesem Falle oft durch einen Kristall von Calciumoxalat ausgefüllt erscheint. Ein Ring mächtiger rindenständiger Bastbündel ist ebenfalls vorhanden. Die Markstrahlen und das Holzparenchym enthalten massenhaft Stärke. Die Zellen des Markes sind dickwandig, mit Tüpfeln versehen und mit braunen, schaumigen oder aus Kügelchen bestehenden Massen erfüllt, die auch einen der Wand anliegenden und in die Tüpfelkanäle eindringenden Schlauch bilden. Mit Alkanna färbt sich der Wandbelag dieser Zellen; sonst sind die darin enthaltenen Massen gegen Reagenzien äußerst widerstandsfähig und höchstwahrscheinlich mit einem später zu beschreibenden Inhaltsstoffe der Frucht, dem Strutanthin, einem ursprünglich flüssigen, erstarrten, harz- und stickstoffreichen Körper, identisch. Die an das Mark anschließenden Holzparenchymzellen, die sehr viel Stärke ent-

[1] Solereder, l. c.

[2] Marktanner-Turneretscher, Zur Kenntnis des anatomischen Baues unserer Loranthaceen. Diese Sitzungsberichte, 1885.

halten, gehen ganz allmählich in das Mark mit seinem braunen Inhalt über; ja, bei Anwendung der Sachs'schen Probe sieht man auch in diesem Stärkekörner, die immer mehr zurücktreten, je mehr man gegen das Zentrum geht. Es erweckt so den Anschein, als ob sich die Stärkekörner selbst in die braunen harzähnlichen Kügelchen und Klumpen des Strutanthins umwandeln würden.[1] Es wäre aber auch möglich, daß die Zellen von diesem ursprünglich flüssigen Stoff durchtränkt und die Stärkekörner von ihm umhüllt sind.

Die Anatomie der Blätter zeigt ebenfalls wenig Auffallendes. Sowohl die Ober- als auch die Unterseite trägt zahlreiche Spaltöffnungen. Die Gefäßbündel, in deren Umgebung sich Gruppen von verdickten, getüpfelten Sklereiden finden, zeigen einen Bastbelag. Die Zellen des Parenchyms enthalten ziemlich viel Stärke. Dagegen sind harz- oder kautschukführende Elemente in den Blättern nicht vorhanden. Wenn man Blätter und Zweige mit Alkohol, Äther oder Benzol extrahiert, bleibt nach dem Verdunsten des Lösungsmittels immer nur ein sehr geringer, schmieriger, harzartiger und gar nicht fadenziehender Rückstand. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß im Gegensatz zu den Früchten die vegetativen Teile von *Strutanthus* an harz- und kautschukartigen Stoffen sehr arm sind.

Allgemeiner Aufbau der Strutanthusfrucht. Die Frucht von *Strutanthus* ist, wie bei allen Loranthaceen, nur zum Teil aus dem Fruchtknoten zum Teile aber auch aus dem Gewebe der becherförmigen Blütenachse hervorgegangen und wäre daher als Scheinfrucht zu bezeichnen. Da bei den Loranthaceen der Embryosack sich im zentralen Gewebe bildet, da die Ausgliederung einer Placenta und Samenknospe nur andeutungsweise vorhanden ist, da ferner Integumente vollständig fehlen, so kann von Samenschale und Samen nicht gesprochen werden. Für die Loranthoiden, zu denen *Struthantus* und *Phtirusa* gehören, ist ferner die Ausbildung eines Calyculus (Taf. I, Fig. 1, *Ca*) kennzeichnend, eines von dem Rande der becherförmigen Blütenachse gebildeten kreisförmigen Saumes am

[1] J. Wiesner, Über die Entstehung des Harzes im Innern von Pflanzenzellen. Diese Sitzungsberichte, LXII. Bd., Wien 1865.

oberen Ende der Frucht. Die zylindrische beerenähnliche Scheinfrucht von *Strutanthus* ist 15 bis 18 *mm* lang, 7 bis 9 *mm* dick (Taf. I, Fig. 6, *a*, *b*) und am oberen Ende, woselbst der Calyculus und die Reste der Blüte sich befinden, infolge der hier entwickelten Viscinkappe häufig etwas angeschwollen. Im folgenden wird der äußere aus der becherförmigen Achse hervorgegangene Teil der Scheinfrucht von mir als Hypanthiokarp, die aus der Fruchtknotenwand entstandene Hülle als Perikarp bezeichnet; eine Unterscheidung von Exo-, Meso- und Endokarp an letzterem ist nicht möglich. Es entspricht diese Bezeichnungsweise der Entwicklungsgeschichte viel mehr als z. B. die der Flora Brasiliensis,[1] wo alle Fruchthüllen der Loranthoideenscheinfrucht kurzweg als Perikarp bezeichnet wurden.

Das Hypanthiokarp, die äußere lederig-fleischige Hülle, die am oberen Ende in den kreisrunden Saum, den Calyculus, ausgeht, läßt sich bei der reifen Scheinfrucht leicht von der eigentlichen Frucht ablösen (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 2, 4), die von dem glatten, gelblichweißen Perikarp umschlossen wird. Die Trennung zwischen Hypanthiokarp und Perikarp wird durch eine der Genese nach zu ersterem gehörige, verschleimende Schichte bewirkt (Taf. I, Fig. 1, *Vg*; Taf. II, Fig. 1, 2, *SCH*), die am oberen Fruchtende mächtig entwickelt ist und hier die Viscinkappe bildet (Taf. I, Fig. 1, *V*; Taf. III, Fig. 14, *V*). Diese Viscinkappe, die beim Ablösen des Hypanthiokarps oft an diesem haften bleibt, bewirkt durch ihre Mächtigkeit eine Verschmälerung des oberen Endes der Frucht, welches von ihr umschlossen wird. Das Perikarp (Taf. I, Fig. 1, *Pk*) geht vom Rande der kreisförmigen Blütennarbe, wo es mit dem Hypanthiokarp verwächst (Taf. II, Fig. 6, *BN*, *K*) als ein die Frucht umgebender Mantel bis hinunter zum Ansatz der sitzenden Frucht.

Die Verwachsungslinie des oberen Randes des Hypanthiokarps mit dem Perikarp ist auch bei reifen Früchten am Längsschnitt leicht daran zu erkennen (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 6, *VW*), daß sich an ihr die Zellreihen des Hypanthiokarps in

[1] Martius, Flora Brasiliensis, l. c., p. 3.

Antiklinen mit den Periklinen des Perikarps begegnen. Die äußerste Schichte des Perikarps bildet die uns vor allem interessierende, im folgenden ausführlich zu beschreibende Kautschukschichte (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 4, *K*), welche an ihrer Innenseite sechs in gleichmäßigen Abständen vom Fruchtansatz im Bogen zur Blütennarbe emporziehende Gefäßbündelstränge umschließt (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 3 *g*). Mit den Gefäßbündeln alternierend schließen innen an die Kautschukschichte sechs in der reifen Frucht vielfach zerklüftete (Taf. III, Fig. 1, *Str.*) in der unreifen kompakte (Taf. I, Fig. 3; Taf. II, Fig. 3, *Str.*) radiale Keile eines eigenartigen Gewebes, dessen Zellen von einer erstarrten, braunschaumigen Masse, dem schon bei der Anatomie des Stammes erwähnten Strutanthin erfüllt sind. Zwischen diese Gruppen wiederum schiebt sich sternförmig das von Stärke erfüllte Nährgewebe (Taf. I, Fig. 1, 3; Taf. II, Fig. 1, 4, *N*), das mitten der Länge nach von dem zylindrischen Hohlraum, in welchem der Keimling sich befindet (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, *E*), durchzogen wird. Dieser selbst hat ungefähr die Form eines von der Spitze her gespaltenen Nagels (Taf. I, Fig. 7 *a*, *b*, *c*); den so entstehenden Halbzylindern entsprechen die langen, zugespitzten Cotyledonen, dem Nagelkopf das discusartig verbreiterte obere Ende des Hypocotyls, das aus dem Nährgewebe herausragt.

Das obere, verschmälerte kegelförmige Ende der Frucht, das von der Kautschukschichte mit den an ihrer Innenseite emporziehenden Gefäßbündeln rings umgeben wird, zeigt einen der Länge nach mitten durchziehenden gefäßführenden Gewebestrang (Taf. I, Fig. 1, 8; Taf. II, Fig. 6, 7, *Gs*), der von einer auf dem Scheibchen des Embryos aufliegenden queren Gewebsplatte zur Mitte der Blütennarbe emporzieht. Der übrige hohlzylindrische Raum in diesem oberen Teile der Frucht wird von großen radialen Zellen (Taf. I, Fig. 1, *S*; Taf. II, Fig. 6, *SZ*) erfüllt, die eine sehr interessante krystallinische, ätherlösliche Substanz, die weiter unten genauer besprochen wird, enthalten. Diese bei gelinder Erwärmung klebrige Substanz bildet eine Art Pfropfen über dem Scheibchen des Embryos, der bei der Keimung von vordringenden Scheibchen nach den Seiten und nach unten gepreßt wird.

Im unteren Teile der Frucht sehen wir den ganz kurzen Fruchtstiel in Form eines braunen Gewebszylinders das Hypanthiokarp und die Kautschukschichte durchbrechen; innerhalb der letzteren gehen radial und im Bogen nach aufwärts sechs Gefäßbündel von diesem Gewebszylinder ab, worauf er gegen die Spitze des Keimlings weiterzieht. Hier sitzt seinem Ende ein kleines aus verholzten braunen Zellen bestehendes schüsselartiges Gebilde auf, die für die Loranthaceen charakteristische Collenchym-, respektive Sclerenchymscheide,[1] welche die Spitze des Keimlings umfaßt (Taf. I, Fig. 1, 8; Taf. II, Fig. 8, *Ks*).

Keimung der Kautschukmisteln. Aus den Beschreibungen der Keimung von *Strutanthus*, beziehungsweise aus den beigesetzten Abbildungen,[2] sowie aus meinen eigenen Beobachtungen geht hervor, daß während der Keimung das fleischige Hypanthiokarp nicht mehr vorhanden ist. Es liegt nahe, nach Analogie mit unseren einheimischen Misteln anzunehmen, daß es von Vögeln verzehrt und daß dann die bloß vom Perikarp umhüllte Frucht an den Ästen abgestreift wird. Durch die bei *Strutanthus* nur am oberen Ende ausgebildete Viscinkappe sowie durch die vorerwähnte klebrige Substanz, die einen Pfropf über dem Scheibchen des Embryos bildet, erfolgt die Anheftung an die Rinde des Wirtsbaumes. Daß die zur Anheftung dienenden Substanzen gerade nur über dem Scheibchen zur Ausbildung gelangen, ist insofern biologisch von Bedeutung, als ja vom Scheibchen aus die Entwicklung der Senker erfolgt. Während bei unseren einheimischen Misteln eine Verbreiterung und Abplattung des Stämmchens erst durch den Widerstand der Rinde beim Wachstum erfolgt,[3] ist hier ein breites Haftscheibchen bereits vorgebildet. An einigen Früchten konnte ich den Verlauf der ersten Keimungsstadien beobachten. Der Keimling wächst unter steter Verbreiterung des Scheibchens,

[1] M. Treub, Observations sur les Loranthacées. Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg, Vol. II, III, IV.

[2] Engler u. Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, III. Teil, I. Abt., p. 159 (1889) u. R. Wettstein, Handbuch der system. Bot., II. Bd. (1903—08), p. 233.

[3] Pitra, »Über die Anheftungsweise einiger phanerogamischer Parasiten an ihre Nutzpflanzen«. Bot. Zeitg. 1861, p. 58.

das bis 5 *mm* Durchmesser erlangt, vor allem in der Richtung nach oben; dabei werden alle darüber befindlichen Teile der Frucht, vor allem der Pfropf jener erwähnten gelblichen, klebrigen Substanz stark gedrückt, so daß diese Substanz zum Teile an die seitlichen und unteren Teile des Scheibchens gelangt (Taf. I, Fig. 1) und hier eine Art Kragen bildet. Da diese Substanz im weiteren Verlaufe der Keimung an Menge abnimmt, da sie ferner zum großen Teil aus sphäritischen, fettartigen Massen besteht, so wäre es möglich, daß sie nicht nur bei der Anheftung der Frucht, sondern auch bei der Ernährung des Keimlings eine Rolle spielt. Nunmehr beginnen namentlich die mittleren Teile der Cotyledonen zu wachsen, zerreißen die Kautschukhülle und schlüpfen, einen scharfen Bogen bildend, neben dem Scheibchen aus der Frucht heraus (Taf. I, Fig. 7, *d*, *e*).

Bei der Keimung hat die äußere Schichte des Perikarps, der Kautschukmantel, jedenfalls die Funktion, als Schutz gegen das Austrocknen, respektive, falls die ganzen Früchte gefressen werden, als Schutz gegen die Verdauung der inneren Teile zu dienen.

Spezielle Anatomie der Frucht: Hypanthiokarp. Nach dieser allgemeinen morphologisch-biologischen Beschreibung der ganzen Frucht wenden wir uns nun der genauen Anatomie ihrer einzelnen Teile zu.

Das 1 *mm* dicke Hypanthiokarp zeigt eine sehr kräftige Cuticula (Taf. II, Fig. 1, 2, *C*), die sich als durchscheinendes Häutchen ablösen läßt. Namentlich bei Alkoholmaterial zeigt die Cuticula eine leuchtend rote Färbung, die durch einen in den inneren Schichten des Hypanthiokarps enthaltenen roten, flüssigen Stoff bedingt ist. Ähnlich ist ja auch bei Alkoholmaterial von *Viscum* die Cuticula durch das gelöste Chlorphyll leuchtend grün gefärbt. Die Außenwände der Epidermiszellen sind sehr stark und in eigentümlicher Weise verdickt, indem, wo mehrere Zellen zusammenstoßen, in den Außenwänden sich konische Hohlräume befinden. Was den Inhalt der Epidermiszellen und der an diese anschließenden Reihen flacher, kleiner Zellen anlangt, so zeigen sie, wie auch die anderen Teile der *Strutanthus*-Frucht, einen außerordentlichen Reichtum an Gerbstoffen. Durch Eisenchloridlösung werden namentlich die Wände,

aber auch Inhalt und Zellkerne tief dunkel gefärbt. Im übrigen zeigen diese kleinen Zellen helle, der Wand anliegende Schläuche und einen aus farblosen oder gelblichen Tröpfchen bestehenden, in Benzol zum großen Teil löslichen Inhalt. Weiter nach innen zu werden die Zellen größer, die Schläuche, die der Wand anliegen, dicker und gelbbraun gefärbt und im Inhalt fallen besonders große, goldgelbe Tropfen auf, deren Flüssigkeitsnatur sich schon daraus ergibt, daß sie einfach brechend sind; wenn ferner bei Chloralhydratzusatz die Wände quellen, worauf das Lumen sich verengert, fließen mehrere kleinere zu einem größeren Tropfen zusammen. Gleichzeitig werden die Tropfen bei Chloralhydratzusatz entfärbt.

In kaltem Alkohol sind sie unlöslich, in Äther, Benzol und Chloroform leicht löslich. Nach Chlorzinkjodbehandlung sieht man oft im Innern dieser Tropfen einen körnigen, blaugrünen Kern auftreten. Wurden Schnitte mehrere Minuten in siedendem Wasser gekocht, so blieben die Tropfen unverändert und destillierten nicht. Es handelt sich also nicht um ein ätherisches, sondern höchstwahrscheinlich um ein fettes Öl. Die Zellwände dieser sowie der folgenden, noch größeren Zellen der inneren Zellreihen färben sich mit Chlorzinkjod violett und zeigen dann langgestreckte Tüpfel, die eine treppenartige Verdickung bewirken. Die erwähnten größeren Zellen enthalten ebenfalls der Wand anliegende, von kreisrunden Löchern durchbrochene dicke Schläuche, die in ihrem Innern schaumige oder homogene braune Massen oder endlich ein Gerüst perlschnurartiger, vielfach verschlungener Fasern enthalten (Taf. I, Fig. 4, *Str.*). Gegen Reagenzien und Lösungsmittel ist sowohl die Substanz der Schläuche als auch deren Inhalt äußerst resistent. Diese Substanz ist mit dem Inhalt der Markzellen des Stammes und mit dem der im folgenden beschriebenen, ins Nährgewebe vorspringenden Gruppen brauner Zellen identisch. Ich habe diesen eigenartigen Stoff, dessen genauere Charakterisierung weiter unten folgt und der einen großen Teil der Trockensubstanz der Frucht bildet, vorläufig mit dem Namen »Strutanthin« bezeichnet.

Eine weitere, deutlich differenzierte Schichte des Hypanthiokarps bilden ungefähr 5 bis 6 Zellschichten, deren tangential

abgeflachte Zellen dünne und an den Ecken collenchymatisch verdickte Wände aufweisen (Taf. I, Fig. 4, *Ko*; Taf. II, Fig. 1, 2, *RF*).

Fett und Fettfarbstoff. Sie sind von einem leuchtend roten, dickflüssigen Stoff von charakteristischen Eigenschaften erfüllt, der übrigens auch in den Zellen der vorhergehenden Schichte neben den braunen Strutanthinschläuchen anzutreffen ist.

Dieser Stoff ist in Wasser unlöslich, in kaltem Alkohol schwer, in Benzol, Xylol, Chloroform und Äther leicht löslich. Beim Erhitzen des aus der ätherischen Lösung gewonnenen Rückstandes ergibt sich deutlich Akroleïngeruch. Mit dem Molisch'schen Fettreagens geben die roten Massen wunderschön die Verseifungsreaktion. Zuerst werden sie braunrot, mißfarbig, sodann verwandeln sie sich in einen Haufen feiner, nadelförmiger Krystalle, die sich in Wasser leicht und vollständig lösen.

Auf Papier hinterläßt diese Substanz einen leuchtend roten Fettfleck, der sich aber an der Luft nach einiger Zeit verfärbt; er wird zuerst schmutzigbraun, dann gelblich und endlich farblos.

Durch Salpetersäure wird die rote Substanz entfärbt und bildet eine Menge, sie dicht erfüllender, feiner, nadelförmiger Kryställchen; durch Salzsäure wird die rote Farbe purpurn mit einem Stich ins Bläuliche.

Charakteristisch ist das Verhalten, wenn ein Tropfen der roten flüssigen Substanz mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt wird; er wird zuerst violett und sodann blau und voll von dunkelblauen Körnchen. Nach längerem Liegen im Reagens kehrt die violette Farbe wieder zurück, die dunkelblauen Körnchen bleiben bestehen. Durch dieses Verhalten zeigt sich die nahe Beziehung des roten Farbstoffes, der ja auch hier mit Fett verbunden auftritt, zu den Fettfarbstoffen oder Lipochromen,[1] die alle die gleiche Reaktion zeigen. Es muß allerdings angeführt werden, daß viele Lipochrome auch mit Salpetersäure Blaufärbung zeigen, während hier Entfärbung

[1] Zimmermann, Botan. Mikrotechnik 1892, p. 102.

mit Krystallbildung eintritt. Nichtsdestoweniger glaube ich auf Grund der angeführten Reaktionen zu dem Schlusse berechtigt zu sein, daß der rote, flüssige Stoff, der die inneren Schichten des Hypanthiokarps von *Strutanthus* erfüllt, ein durch einen carotinähnlichen Farbstoff gefärbtes Fett darstellt.

Zwischen den goldgelben Öltropfen und dem roten Fett besteht höchstwahrscheinlich ein genetischer Zusammenhang. Man sieht nicht nur im Hypanthiokarp ganz reifer Früchte hie und da Übergangszellen mit rotgelbem Inhalt, es ist vielmehr auch bei nicht ganz reifen Früchten in denselben Zellen, in denen sich später das rote Fett findet, eine ähnliche, aber gelbe Substanz enthalten. Als innerste Schichte des Hypanthiokarps, das sich, wie schon früher gesagt, glatt vom Perikarp ablösen läßt, erweist sich ein glattes, graues Schleimhäutchen aus flachen, der Länge nach gestreckten Zellen, deren Wände verschleimt, zum Teil zerrissen und undeutlich sind (Taf. II, Fig. 1, 2, *SCH*). Bei der geringsten Zerrung zerreißt dieses Häutchen, das rote flüssige Fett strömt aus den darüberliegenden Zellschichten heraus und färbt die äußerste Schichte des Perikarps, also den Kautschuk, rot. Die Angabe Knoops,[1] daß zwei Sorten großfrüchtiger Kautschukmisteln, die eine mit gelbem, die andere mit rotem Kautschukmantel existieren, ist wohl darauf zurückzuführen, daß in den nicht ganz reifen Früchten die Färbung des flüssigen Fettes, die sich dann auch dem Kautschuk mitteilt, wie oben erwähnt, nicht rot, sondern gelb ist, so daß die nicht ausgereiften Früchte gelben, die ganz reifen roten Kautschuk besitzen.

Viscinkappe. Die Zellen des verschleimenden Häutchens das die innere Grenze des Hypanthiokarps bildet, sind langgestreckt, plattenförmig und mit der Breitseite angewachsen. Gegen den Scheitel der Frucht zu jedoch neigen sie sich, indem sie gleichzeitig viel länger und schmäler werden, radial und schief nach aufwärts (Taf. I, Fig. 1, *Vg, V*).

Jetzt liegen die Schleimzellen mit ihren breiteren Seiten übereinander und sind nur mit dem schmalen Anfangsteil am Hypanthiokarp angewachsen (Taf. I, Fig. 5). So entsteht eine den oberen, verschmälerten Teil der Frucht umhüllende

[1] Warburg, l. c.

Viscinkappe (Taf. I, Fig. 1, Fig. 5, *V*), die nach oben und unten zu allmählich auskeilt.

In dieser Viscinkappe, deren ursprünglich farblose Masse sich an der Luft schwärzt, sind zwei Arten von Zellen ausgebildet. Die einen sehen Baumwollfasern ähnlich und sind ganz flach, bandartig, mit einem im Querschnitt spaltförmigen Lumen (Taf. I, Fig. 5, *SCH*), das zum größten Teil körnigen, plasmatischen Inhalt besitzt und langgestreckte, pfropfenartig das Lumen sperrende Zellkerne (Tafel I, Fig. 5, *ZK*) aufweist. Diese Zellen sind die eigentlichen Viscinschleimzellen.

Viscinschleim. Es ist die aufgequollene Membran, die den Schleim bildet; dieser gehört nach der Mangin'schen Einteilung[1] zu den Celluloseschleimen, da er mit Chlorzinkjod Violett-, mit Jod + Schwefelsäure Blaufärbung ergibt. Bei Alkoholzusatz schrumpft die Schleimmembran, in Kupferoxydammoniak ist sie löslich, in Äther, Chloroform etc. unlöslich. Im polarisierten Licht zeigen die verschleimten Wände eine sehr schwache Doppelbrechung, jedenfalls eine viel schwächere als die Zellwände der benachbarten Hypanthiokarpzellen. Wenn man einen Teil der Schleimzellmasse auf dem Objektträger mit Präpariernadeln zerzupft, so werden die ursprünglich regelmäßig neben-, respektive aufeinander gelagerten Schleimzellen in wirr durcheinanderlaufende, dünne Fäden ausgezogen (Taf. I, Fig. 5, *VF*). Man könnte im ersten Augenblick im Zweifel sein, ob ein solcher dünner Faden einer ganzen Zelle entspreche, aber bei einigem Suchen gelingt es immer, zu einem Faden das noch unversehrte Basalstück zu finden; eine Unterscheidung von »Fäden« und »Zellen«, wie sie Tomann[2] macht, scheint mir daher unnötig. Die gedehnten Viscinschleimzellen zeigen häufig senkrecht auf ihre Längsrichtung quere Risse (Taf. I, Fig. 5, *VR*), die bei weiterer Dehnung immer feiner werden, so daß es den Anschein hat, als ob die Zellen von einem Faden spiralig umwickelt wären. Die Angaben über spiralige Ver-

[1] Mangin, Bull. de la soc. bot. de France, tom. 41 (1894).

[2] G. Tomann, vgl. Untersuchungen über die Beschaffenheit des Fruchtschleims von *Viscum album* L. und *Loranthus europeus* L. und dessen biol. Bedeutung. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, 1. Abt. (1906), p. 3.

dickung der Viscinschleimzellen[1] sind jedenfalls auf die Beobachtung derartiger Risse zurückzuführen. Dort wo die Schleimzellen an das Hypanthiokarp ansetzen, ist ihr Lumen etwas erweitert; hier enthalten sie, wie die Jodprobe ergibt, ziemlich viel kleine Stärkekörner. Pectoseschleim, wie er nach Tomann[2] bei *Viscum* neben dem Celluloseschleim und bei *Loranthus* allein vorkommt, ist bei *Strutanthus* nicht vorhanden. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß der Viscinschleim von *Strutanthus* sich von gewöhnlicher Cellulose mikrochemisch fast nicht unterscheiden läßt, während physikalisch in der schwachen Doppelbrechung, in der viel stärkeren Quellbarkeit bei Wasserzusatz und endlich in der Eigenschaft, sich in lange Fäden ausziehen zu lassen, vielfache Differenzen vorhanden sind.

Viscinfett und Viscinharz. Neben und zwischen den Viscinschleimzellen, namentlich in den auskeilenden oberen und unteren Partien des Viscinkragens finden sich breitere, zylindrische Zellen mit dünneren, nicht verschleimten Wänden, deren Inhalt neben Plasma und Zellkern vorwiegend aus langgestreckten, ovalen oder unregelmäßigen, hellen Klumpen (Taf. I, Fig. 5, *VO, VF*) besteht. Ein Teil dieser Klumpen löst sich in Alkohol, in Äther erfolgt rasche und vollständige Lösung; es bleibt nach Ätherbehandlung von jedem Klumpen nur eine Art leere Hülle (Taf. I, Fig. 5, *LH*) übrig. Wenn die ätherische Lösung verdunstet, so macht sich ein scharfer Geruch von Fettsäuren bemerkbar und es krystallisieren lockere, aus vielfach verzweigten Nädelchen bestehende Sphärite heraus, die bei Ätherzusatz abermals rasch in Lösung gehen.

Übrigens finden sich, namentlich bei *Phtirusa*, ähnliche Krystallaggregate auch in mit Alkohol behandelten Präparaten, auf und neben den Ballen (Taf. I, Fig. 5, *Kr*) liegend. Sowohl die Ballen als auch die Krystallaggregate färben sich mit Alkanna schön rot, mit Jodtinktur intensiv gelb. Die Substanz, die diese Ballen bildet, welche ungefähr ein Drittel der Masse

[1] F. Czapek, Biochemie der Pflanzen, p. 581 (1905). — Gjokic, Zur Anatomie der Frucht und des Samens von *Viscum*. Diese Sitzungsberichte, Bd. CV (1896).

[2] Tomann, l. c.

der Viscinkappe ausmachen, dürfte mit der schon früher erwähnten und im folgenden genauer beschriebenen, ätherlöslichen krystallinischen Masse über dem Scheibchen des Embryos nahe verwandt und zum Teil harz-, zum Teil fettartiger Natur sein. Im Gegensatz zum »Viscinschleim« soll sie als »Viscinharz«, respektive »Viscinfett« bezeichnet werden; es handelt sich wahrscheinlich um eine nicht einheitliche, sondern aus harz- und fettartigen Körpern zusammengesetzte Substanz. Der in der Warenkunde und hie und da in älteren botanischen Werken als »Viscin« bezeichnete Stoff dürfte dieser Substanz und nicht dem Schleim nahestehen. In Weidinger's Warenlexikon[1] heißt es von diesem Körper: »Vogelleim, Viscin: Der echte Vogelleim ist ein bräunlichgraues, zähes, an der Luft in dünner Schicht allmählich erhärtendes Weichharz . . ., welches sich in Äther, Chloroform . . . auflöst. Zur Gewinnung benutzt man bei uns Früchte und Rinde der Mistel.« Da dieser Körper zu praktischen Zwecken, also in großer Menge aus den Früchten gewonnen wird und jedenfalls auch in größerer Menge im Fruchtschleim vorkommt, so erscheint es auffällig, daß er in den ausführlichen Untersuchungen der Fruchtanatomie und des Schleims der Mistel von Tomann[2] und Gjokic[3] nicht genauer beschrieben wird. Da in bezug auf den Terminus »Viscin« in der Literatur eine bedauerliche Unsicherheit zutage tritt, indem einerseits der Schleim,[4] andrerseits die eben beschriebenen harz-, respektive fettartigen Körper[5] mit diesem Namen belegt werden, so möchte ich vorschlagen, solange chemische Termini für diese differenten Stoffe nicht vorliegen, sie durch die Namen »Viscinschleim« und »Viscinharz«, respektive »Viscinfett« voneinander zu unterscheiden.

Kautschuk in Viscum album? Diese genannten Körper wurden in einer Arbeit von P. F. Reinsch, »Beiträge zur

---

[1] G. Weidinger's Warenlexikon der chemischen Industrie und Pharmazie. Herausgegeben von Dr. T. E. Hanausek. Leipzig 1896, p. 871.

[2] L. c.

[3] L. c.

[4] Czapek, Gjokic, Tomann, l. c.

[5] Reinsch, Weidinger, l. c.

chemischen Kenntnis der weißen Mistel«[1] genauer untersucht. Da diese Arbeit in der neueren botanisch-chemischen, respektive anatomischen Literatur nirgends erwähnt wird und da sie, besonders heute, nach Entdeckung der kautschukführenden Loranthaceen, von Interesse erscheint, sei es mir gestattet, etwas näher auf sie einzugehen. Das Zitat und eine lateinische Inhaltsangabe fand ich an einer ziemlich versteckten Stelle der »Flora Brasiliensis«, in einem »de qualitatibus et usu« betitelten Anhang[2] zu der systematischen Bearbeitung der Loranthaceen. Nachdem ich die Originalarbeit von Reinsch gelesen habe, kann ich ihren hier interessierenden Inhalt doch nicht besser wiedergeben, als mit den Worten des Zitats der »Flora Brasiliensis«. Es lautet: »Viscinum crudum .... e tribus substantiis mixtum est; alia cereacea flava, secunda sui generis viscinum proprie dicta et tertia Caoutchouc affinis (!!) cui praecipue tenacitatem debet. Viscinum purum vel proprium substantiam sistit hyalinam consistentia mellis, parum tenacem nullius saporis nec odoris, ponderis specifici 1·0, quae chartae papyraceae applicata pinguedinis maculam in ea relinquit. .... Chemice viscinum componitur e Carbone 57·5% Hydrogenio 11·5 et Oxygenio 30·6% ($H_{23}C_{20}O_8$); substantia illa caoutchouc affinis autem e C 75·5, H 12 et O 12·5% (H_8C_8O) = H_7C_8+HO ita ut, quum coutchouc compositione gaudeat H_7C_8, ex ipso caoutchouc et uno aquae aequivalente constare videatur.« Bei der Analyse, die Reinsch vom Vogelleim oder Rohviscin gibt, fällt, neben den in jener Zeit gebräuchlichen, von den heutigen abweichenden Formeln der Umstand auf, daß er den Viscinschleim, der ja mehr als die Hälfte der Substanz des Vogelleims darstellt, fast ganz übersieht und nur die harz- und fettartigen Komponenten berücksichtigt, während die modernen Autoren, wie früher gezeigt wurde, den umgekehrten Fehler machen.

Ganz besonders überraschend aber erscheint die Behauptung, daß auch unsere gewöhnliche weiße Mistel in den Früchten und auch in den vegetativen Teilen Kautschuk

[1] R. F. Reinsch, l. c.

[2] Martius, Flora Brasiliensis. Vol. V. P. II. München 1866—68, p. 134.

enthalte, was namentlich in bezug auf die Bestätigung der Auffassung interessant wäre, daß sich die Familienzugehörigkeit der Pflanze bis in chemische Details dokumentiert. Da ich durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. Hugo Zimmermann (Eisgrub) eine größere Menge (28 *kg*) frischer, mit Früchten beladener Mistelzweige erhalten hatte, wandte ich mich an den Vorstand des agrikulturchemischen Laboratoriums der hiesigen technischen Hochschule, Herrn Prof. Max Hönig, der in liebenswürdigster Weise die Nachprüfung der Reinsch'schen Angaben unternahm und dem ich an dieser Stelle für seine gütige Unterstützung meiner Arbeit bestens danke.

Genau nach den Reinsch'schen Angaben wurde die abgeschabte Rinde der Zweige nacheinander mit Wasser, Alkohol, Äther und Terpentinöl gründlich extrahiert. Wenn auf diese Weise aus den Rückständen der Lösungen auch nur geringe Mengen der betreffenden Substanzen gewonnen wurden, so konnte doch der Vergleich mit den von Reinsch charakterisierten Stoffen vorgenommen werden. Aus der alkoholischen Lösung ergab sich, wie bei Reinsch, ein wachsartiges, gelbes Harz, aus der Ätherlösung eine dickflüssige, nach Fruchtäther riechende Substanz, die aber im Gegensatz zu dem verseifbaren Reinsch'schen »Viscin« eine tief dunkelgrüne Farbe aufwies, die sich auch durch nochmalige Extraktion mit heißem Alkohol nicht entfernen ließ.

Insbesondere aber wurde der Rückstand der Terpentinöllösung, den Reinsch als kautschukartige Masse bezeichnet und den er »Viskautschin« nennt, einer gründlichen Untersuchung unterzogen. Schon die physikalischen Eigenschaften der braungelben, sirupartigen, zähen Masse die sich in lange, aber kaum elastische Fäden ausziehen läßt, schienen nicht auf die Gegenwart von Kautschuk hinzudeuten. Da die moderne Chemie in dem so charakteristischen Auftreten des Bromderivats eine ebenso verläßliche als empfindliche Reaktion auf die Gegenwart kautschukartiger Substanzen besitzt, so wurde versucht, das erwärmte Derivat zu erhalten. Die Petroleumlösung des »Viskautschins« wurde mit einer Lösung von Brom in Tetrachlorkohlenstoff versetzt. Schließlich wurde, um

eine eventuelle Fällung zu vervollständigen, Alkohol hinzugesetzt. Der Erfolg war jedoch negativ, es ergab sich eine vollständig klare Lösung ohne eine Spur von Fällung. Es ist also sicher, daß die aus der Terpentinöllösung gewonnene Substanz weder Kautschuk noch ein kautschukartiger Körper sein kann.

Die Differenz zwischen diesem Befund und den Reinschschen Angaben ist wohl zum großen Teil darauf zurückzuführen, daß zu jener Zeit, vor mehr als einem halben Jahrhundert, weder die Eigenschaften des Kautschuks genau bekannt, noch sichere Reaktionen auf diesen Körper vorhanden waren. Es könnte aber auch sein, daß Reinsch — obwohl er keine diesbezüglichen Angaben macht — sein Untersuchungsmaterial zu einer anderen Jahreszeit gesammelt hat. Da man im allgemeinen den Vogelleim aus den Mistelzweigen im Frühjahr gewinnt, während mein Material im Winter gesammelt wurde, könnte es sein, obwohl dies nicht wahrscheinlich erscheint, daß auch dieser Umstand an dem abweichenden Ergebnisse schuld ist.

Vorläufig wäre aber auf jeden Fall festzuhalten, daß *Viscum album*, unsere weiße Mistel, in ihren vegetativen Teilen im Winter keine Spur von Kautschuk oder kautschukähnlichen Stoffen enthält und daß die diesbezüglichen Angaben von Reinsch zu korrigieren sind.

Wundharzbildung bei Viscum album. Bei Gelegenheit der Untersuchung der vegetativen Teile unserer Mistel habe ich eine interessante Beobachtung gemacht, die ich hier nur ganz kurz und vorläufig mitteilen möchte. An vielen Wundstellen von *Viscum album*, sowohl an zufälligen Rissen, die sich öfters lenticellenartig am Stamme finden, ferner an den Narben der abgefallenen Blätter und Zweige, aber auch hie und da in Hohlräumen im Innern der Gewebe tritt eine hellgelbe bis braune durchsichtige, allem Anschein nach erstarrte, spröde Masse heraus, die sich in Alkohol rapid und vollständig löst. Diese Substanz findet sich, wie gesagt, auch im Innern der Gewebe, wo sie harzgallenartig Hohlräume ausfüllt, die von einem hyperplastischen Gewebe umgrenzt werden. Da bekanntlich *Viscum* wohl eine ausdauernde Epidermis mit ungemein

stark verdickter Cuticula, aber keinerlei Kork besitzt, so ist es klar, daß ein derartiges aus den Wunden fließendes und davor erstarrendes Harz als Wundverschluß biologisch für die Pflanze von größter Bedeutung ist. Das Vorhandensein von Harzfluß bei *Viscum* und dessen Funktion als Wundverschluß ist meines Wissens bisher nicht beobachtet worden. Eine genauere Untersuchung der diesbezüglichen Verhältnisse habe ich bereits begonnen und hoffe, in einiger Zeit ihre Resultate mitteilen zu können.

Kautschukschicht der Strutanthusfrucht. Nach dieser Parenthese schreiten wir in der Beschreibung der Fruchtanatomie von *Strutanthus* fort. Innerhalb des Hypanthiokarps befindet sich die von dem glatten, gelblichen Perikarp umschlossene, eigentliche Frucht. Die äußerste Zellschicht des Perikarps besteht aus ganz flachen, breiten Zellen. Unter diesem Häutchen befindet sich die Kautschukzone (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 4, *K*). Diese ist um die ganze Frucht herum ziemlich gleichmäßig entwickelt, nur ganz oben, gegen die Blütennarbe zu, wird sie dünn und der Kautschukmantel geht hier in mehrere Spitzen aus. Auf einem Querschnitt durch die Mitte einer reifen Frucht sieht man die Kautschukzone aus drei bis vier tafelförmigen, tangential abgeflachten Zellen bestehend, deren Wände, wenn der Schnitt glatt geführt wird und kein herausgerissener Kautschuk die Grenzen überdeckt, ohne weiteres sichtbar sind. Besonders deutlich treten sie nach Lösung des Kautschuks, Quellung mit Kalilauge und Behandlung mit Chlorzinkjod hervor, wobei sie sich schön violett färben. In reifen Früchten erscheint eine jede Zelle von einem gelblichgrauen Kautschukklumpen erfüllt, der in einer hyalinen Grundmasse Körnchen und Kügelchen erkennen läßt und durch Koaleszenz des in jungen Früchten milchsaftartigen Inhalts entstanden ist; in jüngeren Früchten ist das Vorhandensein von Milch wohl auch am konservierten Material zu erkennen, da durch Druck auf den oberen verschmälerten Teil der Frucht aus der Kautschukschicht Milchsafttröpfchen hervortreten, die sich in Benzol rasch und vollständig lösen. Bei gekreuzten Nicols erscheint der Kautschuk in den Zellen nur ganz schwach doppelbrechend, während nach Wiesner der Roh-

kautschuk bekanntlich starke Doppelbrechung zeigt. Es ist aber möglich, daß diese Doppelbrechung infolge der auch im Innern der fixierten Frucht herrschenden Spannung enstanden ist. Was die Löslichkeitsverhältnisse anlangt, so löst sich aus den Schnitten bei längerem Belassen in Benzol, Toluol, Schwefelkohlenstoff oder Äther der größte Teil des Inhalts aus den Kautschukzellen heraus. Beim Zusatz dieser Reagenzien unter das Deckglas quillt zuerst der Inhalt der Zellen, ohne sich ganz zu lösen, bedeutend auf und bildet eine bald den ganzen Schnitt bedeckende durchscheinend körnige Masse. Das beste Lösungsmittel ist auch hier, wie nach Payen für Kautschuk überhaupt, eine Mischung von 6 bis 8 Teilen absoluten Alkohols + 100 Teilen Schwefelkohlenstoff; nach Behandlung mit diesem Lösungsmittel zeigt sich auch in ganz reifen Früchten der Rest des der Wand anliegenden Plasmaschlauchs.

Über das Verhalten des Kautschuks gegenüber Reagenzien ist folgendes zu erwähnen: bei Behandlung der Schnitte mit Kalilauge zeigen die Kautschukzellen entlang der Wand eine rotviolette Färbung, ein Verhalten, das an jenes mancher Milchsäfte[1] erinnert. Ob die schwach rosenrote Färbung, die das Millon'sche Reagens dem Kautschuk verleiht, auf der Färbung des Plasmaschlauchs beruht oder ob es sich um eine Eigenreaktion des Kautschuks handelt, wie sie ja auch nach Molisch[2] bei den Milchsaftkügelchen eintritt, konnte ich nicht feststellen.

Bei Behandlung mit Jod und jodhaltigen Reagenzien färbt sich der Kautschuk intensiv braungelb. Durch Alkanna wird er schön rot gefärbt, während bei Zusatz von Osmiumsäure nur eine ganz geringe Schwärzung eintritt. Mit Eisenchlorid tritt Schwärzung der Wände der Kautschukzellen ein, während sich der Inhalt kaum färbt.

Mistelkautschuk. Die Menge des Kautschuks in den frischen, reifen Früchten beträgt nach Warburg zirka $7^1/_2\,\%$, die getrockneten Früchte von *Strutanthus syringifolius* enthalten nach den Untersuchungen von Dr. Fendler 26·37 % durch

[1] H. Molisch, Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. Jena 1901.

[2] L. c.

Tetrachlorkohlenstoff extrahierbare Stoffe, von denen 15·02% aus Kautschuk, der Rest aus Harz besteht. Aus den trockenen Früchten wird, wie mir Herr Knoop brieflich mitteilte, der Rohkautschuk durch Stampfen und Waschen der Masse gewonnen.

Von Herrn Knoop erhielt ich auch mehrere Proben von rohem Mistelkautschuk zugesandt, allerdings ohne genauere Angabe, ob der Kautschuk aus trockenen, reifen Früchten oder, wie in neuerer Zeit üblich, aus dem ausgepreßten Milchsaft junger Früchte gewonnen wurde. Der Rohkautschuk, der in Venezuela auch Tinakautschuk genannt wird, ist von außen dunkelbraun; beim Anschneiden zeigt er innen eine rötlichgraue oder grauweiße Farbe, die aber an der Luft rasch dunkel wird, eine Erscheinung, die nach Raciborski[1] auf die im Kautschuk enthaltenen Oxydasen zurückzuführen ist. Für die Löslichkeit des Rohkautschuks gilt das über den in den Zellen befindlichen Kautschuk Gesagte. Besonders auffällig ist die Löslichkeit im Äther; hierbei verwandelt sich der Kautschuk in eine sirupartige Masse, die umso dünnflüssiger wird, je mehr Äther man hinzusetzt.

Wenn man den Rohkautschuk nach Behandlung mit Lösungsmitteln auf dem Objektträger untersucht, so sieht man viele mit Chlorzinkjod sich violett färbende Zellwandfetzen. Zwei von den Proben zeigten massenhaft Stärkekörner; merkwürdig war hierbei, daß diese mit Jod keine Blaufärbung ergaben, sondern erst mit Chlorzinkjod. Ich führe dies darauf zurück, daß jedes einzelne Korn vom Kautschuk ganz eingehüllt war, der nur dem letzteren Reagens den Durchtritt gestattete. Jedes Stärkekorn zeigte im polarisierten Licht deutlich das Kreuz. Auffällig ist es, daß in allen vier mir vorliegenden Proben des Mistelkautschuks nur Spuren von Strutanthin, jener schon erwähnten, gegen Reagenzien überaus widerstandsfähigen braunschaumigen Masse, vorhanden waren, obwohl diese Substanz in der trockenen Frucht einem ziemlichen Prozentsatz ausmacht; auch sonst zeigt der Kautschuk nur wenig nicht der Kautschukschicht angehörige Gewebs-

[1] Raciborski; Ber. d. bot. Ges., 1898, p. 52.

elemente; diese werden jedenfalls bei der Aufbereitung entfernt. Daß auch bei anderen Arten der Gattung *Strutanthus* (z. B. *Strutanthus marginatus* [Desr.] Bl.) ein Kautschukmantel vorliegt, ist schon nach den Bildern der Fruchtschnitte in der Flora Brasiliensis wahrscheinlich; ebenso werden auch die verwandten Gattungen auf das Vorhandensein von Kautschuk zu untersuchen sein.

Krystallisierendes Fett und kautschukartige Substanz über dem Haftscheibchen. In dem oberen verschmälerten Teil der Frucht findet sich innerhalb der Kautschukschicht und oberhalb des Embryoscheibchens in großen radialen Zellen eine gelbliche Substanz (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 6, 9, *SZ*), die knetbar wie Bienenwachs ist und in der Wärme klebrig und fadenziehend wird. Gewöhnlich bildet die Substanz einen 1 *mm* hohen und ebenso breiten kegelstumpfartigen Klumpen über dem Scheibchen des Embryos. Sie wird mitten durchzogen von einem Gefäßbündelstrang, der nach oben sich in den Griffel fortsetzt, nach unten in eine braune Schuppe sich verbreitert, die dem Scheibchen des Embryos unmittelbar aufliegt; in diesen Gefäßbündelstrang (Taf. II, Fig. 3, 6, *GS*), den ich kurz Griffelstrang nennen will, wächst während der Entwicklung der Embryosack hinein, beziehungsweise nimmt der Embryoträger seinen Anfang. Beim Reifen der Frucht wird oft ein Teil der Substanz von dem vordringenden Embryoscheibchen seitwärts gedrückt und bildet dann unterhalb des Scheibchens eine Art Kragen. Durch den Druck des Embryos reißt übrigens auch des öfteren der Kautschukmantel, der die Scheidewand zwischen dieser Substanz und dem Viscin bildet, und diese Substanz gelangt in das Viscin hinein. In Früchten, die in der Keimung schon weit vorgeschritten sind, scheint die Substanz an Masse abzunehmen.

Der Inhalt der radialen Zellen, in welchen sich diese Substanz befindet, besteht aus großen, stark lichtbrechenden Klumpen, die annähernd farblos erscheinen. Bei Beobachtung zwischen gekreuzten Nicols zeigen sich diese Klumpen erfüllt von einem Gewirr feiner, nadelförmiger, in schönen Polarisationsfarben aufleuchtender Krystalle.

Nur ein kleiner Teil der Substanz löst sich in Alkohol und bildet dann nach dem Verdunsten auf dem Objektträger einen weißen Belag. In Schwefeläther hingegen löst sich die ganze Substanz spielend bis auf die Zellwände.

Beim langsamen Verdunsten des Äthers entstehen Gruppen von nadelförmigen Krystallen und größere sphärokrystallinische Massen (Taf. I, Fig. 10 *a—d*), die gleichfalls aus solchen Nadeln bestehen; diese Krystallgruppen liegen in einer hyalinen farblosen Grundmasse, die sich in lange, sehr zähe und elastische Fäden ausziehen läßt, die beim Loslassen sich verkürzen. Will man einen Sphärit aus der hyalinen Grundmasse herausnehmen, so zieht er sich samt der Grundmasse in einen elastischen von Krystallnadeln erfüllten Faden aus.

Auch in heißem Alkohol und in heißem Eisessig löst sich ein großer Teil der Substanz. Vollständig löslich ist sie auch in Benzol, Xylol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Tetrachlorkohlenstoff.

Mit Jodverbindungen färbt sie sich gelb, mit Alkanna schön rot. Von Osmiumsäure wird sie nicht geschwärzt.

Beim Erhitzen wird die Substanz flüssig und verliert die Doppelbrechung; beim weiteren Erhitzen wird sie braun, sehr zähe, klebrig und verbrennt mit rußender Flamme. Ein deutlicher Akroleïngeruch war nicht zu konstatieren. Desgleichen gelang es nicht, mit dem Molisch'schen Fettreagens die Klumpen ganz oder teilweise auf dem Objektträger zu verseifen.

Da den beiden vorliegenden Substanzen, der hyalinen Grundmasse und der krystallisierenden Substanz, mikrochemisch nicht näher beizukommen war, da andrerseits größere Mengen zur Verfügung standen, wandte ich mich an Herrn Prof. M. Hönig, der in liebenswürdigster Weise die makrochemische Untersuchung übernahm.

Um zu konstatieren, ob es sich bei den sphärokrystallinischen, ätherlöslichen Massen um lecithinartige Stoffe handle, wurde auf Phosphor untersucht; der Erfolg war jedoch negativ, bei Behandlung mit molybdänsaurem Ammon ergab sich kein Niederschlag. Da ferner Tschirch[1] im Kautschuk die

[1] Tschirch, Die Harze und die Harzbehälter mit Einschluß der Milchsäfte, 1906.

Danialbane, die zum Teile auch in Sphäriten krystallisieren und ätherlöslich sind, gefunden hat und die nahe Verwandtschaft dieser Körper mit den Phytosterinen betont, wurden auch die Phytosterinreaktionen ausgeführt. Die aus der ätherischen Lösung gewonnene Substanz wurde in heißem Eisessig gelöst. Beim Verdunsten auf dem Wasserbade zeigten sich jedoch nicht die für Cholesterine charakteristischen Krystalle, sondern trübe Tropfen. Auch die Liebermann'sche und ebenso die Sulkowsky-Hesse'sche Cholesterinreaktion ergaben ein negatives Resultat: Wurde die Chloroformlösung mit Schwefelsäure geschüttelt, so zeigte wohl die Schwefelsäure eine blutrote Farbe, das Chloroform wurde jedoch nur schwach gelb gefärbt. Bei Anwesenheit von Cholesterinen hätte das über der Schwefelsäure angesammelte Chloroform eine blutrote Farbe annehmen müssen.

Die Tatsache, daß die Chloroformlösung, mit Schwefelsäure zusammengebracht, dieser eine blutrote Farbe verleiht, ist deshalb auffällig, weil Reinsch[1] von dem in der weißen Mistel enthaltenen fettartigen, verseifbaren Körper, den er »Viscin« nennt, das gleiche anführt. Da lecithin- und cholesterinartige Stoffe nicht vorlagen, so war es ohnehin naheliegend, die ätherlöslichen Sphärokrystalle für Krystalle eines Fettes anzusehen. Solche Fette von hohem Schmelzpunkt, die bei gewöhnlicher Temperatur oft ansehnliche Krystallbündel bilden, kommen nach Czapek in den Samen tropischer Gewächse nicht selten vor. Die makrochemisch ausgeführte Verseifungsreaktion ergab nun in der Tat das Vorhandensein verseifbarer Substanzen, aus denen eine scharf riechende flüchtige und eine dickflüssige Fettsäure gewonnen wurden, beide allerdings in so geringer Menge, daß eine genauere Bestimmung nicht möglich war.

Die elastische, hyaline Grundmasse, in der die Sphärite sich befinden, erinnert schon in ihren physikalischen Eigenschaften, vor allem durch ihre große Dehnbarkeit und Elastizität, sehr an den Kautschuk, der sich ja im unmittelbar angrenzenden Gewebe vorfindet. Es wurde, um das eventuelle

[1] L. c.

Vorhandensein von Kautschuk zu konstatieren, eine sorgfältig von allen Resten der umgebenden Gewebe befreite Menge der Substanz in Petroleum gelöst und mit einer Lösung von Brom in Tetrachlorkohlenstoff behandelt. Es zeigte sich ein reichlicher Niederschlag. Bei der Bestimmung des in diesem Niederschlage enthaltenen Broms ergab sich zwar ein geringerer Gehalt, als dem Tetrabromid entsprechen würde, der jedoch wohl auf die in der Probe enthaltenen Verunreinigungen zurückgeführt werden kann.

Aus dem angeführten Verhalten der beiden Substanzen ergibt sich, daß in den Zellen, welche über dem Scheibchen des Embryos einen kegelstumpfartigen Körper bilden, einerseits eine kautschukartige hyaline Grundmasse, andrerseits ein dieser Grundmasse in Form von Sphärokrystallen eingelagertes Fett von hohem Schmelzpunkt enthalten ist. Ob man aus dem gleichzeitigen Vorkommen fett- und kautschukartiger Substanzen in dem gleichen Gewebe auf eine genetische Beziehung dieser beiden Substanzen schließen kann, erscheint fraglich. Hierzu wäre zum mindesten eine genaue entwicklungsgeschichtlich chemische Untersuchung des betreffenden Gewebes an frischem Material notwendig.

Strutanthin. In dem breiteren keimlingführenden Teile der reifen Frucht schließen an die Kautschukschichte sechs radial gegen den Keimling gerichtete, in der reifen Frucht auch vielfach im Nährgewebe einzelne Inseln bildende Keile aus sehr großen, unregelmäßig gestalteten Zellen an (Taf. 1, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, 4, *Str.*), die gelb bis dunkelbraun gefärbte Schläuche enthalten, deren Wände von kreisrunden Löchern durchbrochen sind und die im Innern eine entweder schaumige oder aus zahlreichen Kügelchen und Kugeln zusammengesetzte Masse enthalten. Den Übergang zwischen der Kautschukschicht und diesen Gewebskeilen vermitteln tangential abgeflachte Zellen, deren Inhalt ein Mittelding zwischen dem Kautschuk und dem in den erwähnten Gewebskeilen enthaltenen Strutanthin darstellt, braungrau gefärbt und von perlschnurartiger oder körnig-schaumiger Struktur ist.

Zwischen den sechs keilförmigen Gruppen der großen braunen Schaumzellen liegen ebenfalls sechs, vom Fruchtansatz

aus im Bogen an der Innenseite des Kautschukmantels verlaufende Gefäßbündel, die zwei größere Gefäße zeigen und in der reifen Frucht infolge der Ausdehnung des Nährgewebes gedrückt und teilweise obliteriert erscheinen.

Die rotbraunen Zellen der sechs radialen keilförmigen Gruppen, die zwischen den Gefäßbündeln in das Nährgewebe hineinragen, in diesem auch einzelne losgelöste Inseln bilden und gegen den Keimling gerichtet sind, haben eine ganz unregelmäßige Form, oft keine scharfen Grenzen und sind viel größer als die benachbarten stärkeführenden Zellen des Nährgewebes. Bald ist der Inhalt dieser Zellen ein vielfach durchlöcherter Schlauch, der seinerseits von schaumigen, kugeligen oder rosenkranzartigen Massen erfüllt ist (Taf. I, Fig. 4, *Str.*), bald sind es solide, hornartig durchscheinende, braunrote Klumpen, die oft parallele Sprünge zeigen. Diese braunrote, nicht doppelbrechende Substanz, die einen großen Teil des Trockengewichts der *Strutanthus*-Frucht ausmacht und die ich der Kürze halber »Strutanthin« nenne, ist bei Formalin- und Alkoholmaterial sowie im trockenen Zustand hart und spröde, wird jedoch bei längerem Liegen im Wasser weicher und gummiartig elastisch. Gegen Reagenzien ist sie äußerst widerstandsfähig. Salzsäure bewirkt keinerlei Veränderung, konzentrierte Schwefelsäure nur ganz geringe Bräunung; bei längerem Liegen in Salpetersäure werden die braunen Massen hellgelb, weich und lassen sich bei Druck auf das Deckglas zu unregelmäßigen Ballen zerdrücken. Durch Kalilauge und andere starke Basen werden sie tief dunkel gefärbt. Schwarzfärbung erfolgt auch durch Osmiumsäure und durch eine Lösung von Eisenchlorid, während Alkannatinktur keine Färbung bewirkt. Weder in Wasser noch in Alkohol, Xylol, Äther oder Chloroform sind sie löslich. Mit Methylgrün färben sie sich lebhaft grün und halten den Farbstoff fest.

Die Raspail'sche sowie die Millon'sche Reaktion geben kein deutliches Resultat; es ist dies schon aus dem Grunde begreiflich, weil ja die Braunrotfärbung des Strutanthins eine eventuell auftretende Reaktionsfärbung verdecken würde.

Der Verdacht, daß vielleicht unorganische Stoffe einen großen Teil des Strutanthins bilden könnten, wurde durch die

völlige Veraschung, bei der nur ein minimaler Rückstand übrig blieb, widerlegt. Eine von Herrn Prof. M. Hönig in freundlichster Weise vorgenommene Stickstoffanalyse ergab 14—16% Stickstoff, ein Beweis, daß im Strutanthin sehr stickstoffreiche Verbindungen enthalten sein müssen.

Sehr viele Gründe drängen zur Annahme, daß wir im Strutanthin eine ursprünglich flüssige, erst später erstarrte Substanz zu sehen haben. Ein großer Teil des Strutanthins befindet sich in reifen Früchten nicht in Zellen, sondern in Intercellularen. Auch die Wände des Nährgewebes sind vom Strutanthin durchtränkt und bisweilen dringt es in die Zellen selbst hinein. Die Stärkekörner werden bräunlich gefärbt, wahrscheinlich infolge einer Hülle von Strutanthin, ja, man findet auch anscheinend alle Übergänge zwischen den Stärkekörnern und dem kugelig-schaumigen Inhalt der Strutanthinzellen. Wie schon bei Besprechung der gleichartigen Substanz im Marke des Stammes erwähnt wurde, wäre man verleitet, eine Umwandlung der Stärke in Strutanthin anzunehmen. Doch ist es viel wahrscheinlicher, daß es sich bloß um eine Durchtränkung des Zellinhalts mit dem ursprünglich flüssigen Strutanthin handelt.

Ursprünglich, in jüngeren und unentwickelten Früchten, ist das Strutanthin in isodiametrischen, oft ziemlich regelmäßigen Zellen enthalten (Taf. I, Fig. 3, 8; Taf. II, Fig. 3, *Str.*). Durch die starke Entwicklung des Nährgewebes während der Embryoentwicklung wird auf die anderen Teile der Frucht, Kautschukzellen, Gefäßbündel und Strutanthinzellen, ein Druck ausgeübt. Der flüssige Inhalt der letzteren wird infolge dieses Druckes zum Teile aus den Zellen gepreßt, erfüllt die Intercellularen und dringt auch in die stärkeführenden Zellen des Nährgewebes ein, kleidet deren Wände aus und durchtränkt die Stärkekörner. So entstehen jene großen, unregelmäßigen Strutanthinbrocken, die sich auch im Nährgewebe versprengt vorfinden und nicht einzelne Zellen, sondern Komplexe von mit Strutanthin erfüllten Zellen und Intercellularen darstellen. Das Strutanthin erfüllt auch die Gefäße der sechs Gefäßbündel, gelangt durch diese auch in das Kautschuk und Fett enthaltende Gewebe im oberen, verschmälerten Teil der Frucht und bildet

dort bisweilen große unregelmäßige Klumpen. Endlich findet sich das Strutanthin auch — ein sicherer Beweis für seine ursprüngliche Flüssigkeitsnatur — in Form einer homogenen rotbraunen Masse als Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen dem Keimling und der Wandung des Hohlraums im Nährgewebe (Taf. II, Fig. 6, *Str.*), in welchem sich jener befindet.

Aus dem chemischen Verhalten, namentlich aus dem Stickstoffreichtum, den Löslichkeitsverhältnissen und der Dunkelfärbung durch Eisenlösungen und durch Osmiumsäure, ergibt es sich, daß wir im Strutanthin wahrscheinlich einen aus Proteïnsubstanzen und harz- oder gerbstoffartigen Stoffen bestehenden Körper zu sehen haben. Die Struktur und die Art und Weise des Vorkommens deuten ferner darauf hin, daß es sich um eine ursprünglich flüssige, vielleicht milchsaftartige, erst in trockenen und fixierten Früchten erstarrte Substanz handelt.

Nährgewebe. Das Nährgewebe, dessen Zellen von Strutanthin durchtränkte braune Wände und einen großen Zellkern besitzen und mit Stärke vollgepropft sind, schiebt sich als sechsstrahliger Stern zwischen die Keile aus Strutanthinzellen (Taf. I, Fig. 1; Taf. II, Fig. 1, *N*). Nach innen zu werden die Nährgewebszellen kleiner und stärkeärmer und gehen endlich in ein ganz kleinzelliges, stärkefreies Gewebe über, dessen Zellen dunkelbraune Wände besitzen: Sie bilden die Wandung des mehr oder weniger zylindrischen Hohlraumes, in dem der Keimling frei liegt. Die beiden Cotyledonen des Keimlings, dessen Gestalt schon früher besprochen wurde, zeigen im Querschnitt eine aus schmalen, palisadenartigen Zellen mit sehr starker Cuticula bestehende Epidermis, darunter eine Reihe großer Zellen mit stark lichtbrechendem Inhalt ohne Stärke und sodann das stärkereiche Parenchym, das der Länge nach von zwei großen, sich verzweigenden und mehreren kleinen Gefäßbündeln durchzogen wird. Das ganze Gewebe des Embryos ist, ebenso wie das des Keimlings von *Viscum*, reich an Chlorophyll und enthält viel Gerbstoff.

Entwicklung der Strutanthus-Früchte. Die Entwicklung der Frucht konnte ich nur in den Hauptzügen verfolgen, da

mein Material zum größten Teil aus ganz reifen, keimlingführenden, zum kleineren Teil aus solchen Früchten bestand, bei denen die Embryoentwicklung aus unbekannten Gründen zum Stillstande kam und die daher in vielen Beziehungen ursprünglichere Verhältnisse zeigten. Ganz junge, unentwickelte Früchte waren nur in sehr geringer Zahl vorhanden.

Gerbstoffreichtum in unreifen Früchten. (Gerbstoffe und Harze.) Bei der unreifen Frucht fällt vor allem der ganz besondere Reichtum an Gerbstoffen auf: beim Schneiden mit dem befeuchteten Messer bilden sich direkt dunkelblaue, tintenartige Tropfen. Bei der ganz reifen Frucht, die wiederum an harzartigen Körpern reicher ist, nimmt der Gerbstoffgehalt auffallend ab. Da nach Wiesner[1] die Resinotanole, also gerbstoffartige Körper, mit der Harzbildung im engsten Zusammenhang stehen, so sind diese Veränderungen leicht erklärlich. Die Verhältnisse bei der Entwicklung der *Strutanthus*-Frucht erscheinen als eine Bestätigung der Wiesner'schen Auffassung.

Die einzelnen Zellschichten des Hypanthiokarps sind in jüngeren Stadien mehr isodiametrisch und nicht tangential abgeflacht (Taf. I, Fig. 3, 8; Taf. III, Fig. 3, *Hy*). Die kugeligen, goldgelben Öltropfen und ganz dünne Strutanthinschläuche sind schon vorhanden; dagegen enthalten die collenchymatisch verdickten Zellen des Hypanthiokarps statt des blutroten Fettes in nicht ganz reifen Früchten eine goldgelbe in Benzol, Äther etc. nur teilweise lösliche Substanz.

Die innerste Schichte des Hypanthiokarps, aus der später die Schleimzellen, welche die Loslösung vom Perikarp bewirken, und im oberen Teil die Viscinmasse hervorgehen, besteht in jüngeren Stadien aus auffallend kleinen, polygonalen Zellen (Taf. I, Fig. 2; Taf. II, Fig. 3, *Vg*). Jede der Zellen dieser viscogenen Schicht, deren Wände ganz unregelmäßig nach allen Richtungen gehen und von denen wahrscheinlich mehrere gleichzeitig durch Zellteilungen aus einer größeren Zelle entstanden sind, wird fast ganz von einem gelblich gefärbten, runden, hellen Zellkern (Taf. I, Fig. 2, *HK*) ausgefüllt. Diese

[1] J. Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, I. Bd., p. 155.

Schicht, die den Eindruck eines Meristems macht, besitzt in jüngeren Früchten viel mehr Zellreihen als in älteren.

Entwicklung der Viscinkappe. Auf einem Längsschnitt durch eine jüngere Frucht (Taf. I, Fig. 2) erscheint diese viscogene, aus kleinen, polyedrischen Zellen bestehende Schicht im oberen Teile der Frucht etwas verbreitert, indem ihre im unteren Teile ganz kurzen, in mehreren unregelmäßigen Reihen stehenden Zellen in eine einzige Reihe viel längerer, prismatischer, radial und schief nach aufwärts gerichteter, viscogener Zellen (Taf. I, Fig. 2, *VF*; Taf. II, Fig. 9, *Vg*) übergehen. Auf einem Querschnitt durch den oberen Teil einer solchen Frucht sieht man unter diesen Zellen, aus denen später die Viscinmasse hervorgeht, schon zweierlei Formen (Taf. II, Fig. 10, 11, 12, *Vg*), schmälere, die Mutterzellen der Viscinschleimzellen, und breitere, in denen später das »Viscin« entsteht. Die Zellwände der ersteren sind aber in diesem Stadium noch nicht verschleimt und lassen sich zerreißen, ohne Fäden zu bilden. Im Verlaufe der Entwicklung wachsen diese Zellen in radialer Richtung immer mehr in die Länge, um schließlich die geschilderten langen, bandförmigen Viscinschleimzellen zu bilden.

In den allerjüngsten mir vorliegenden Stadien (Taf. II, Fig. 5) erscheint an der Stelle dieser meristematischen viscogenen Schicht eine helle Zone, die aber im Vergleich zu den benachbarten Zellen durch Kleinzelligkeit noch nicht auffällt, weil sie wahrscheinlich erst später zum Meristem und infolge der dabei stattfindenden Zellteilungen kleinzelliger wird.

Außerhalb der viscogenen Schichte befindet sich in diesen ganz jungen Früchten eine auffallende, drei bis fünf Zellreihen starke, nach außen unregelmäßig vorspringende Zone (Taf. II, Fig. 5 *GZ*), deren Zellen von einer gelben bis braunen, in Alkohol, Benzol etc. ganz unlöslichen Masse ausgefüllt sind; diese Masse färbt sich mit Chlorzinkjod braunschwarz, mit Eisenlösungen schmutzig grünschwarz. Es sind diese Zellen nach Lage und Inhalt zweifelsohne die Mutterzellen der schmalen collenchymatisch verdickten Zellen des Hypanthiokarps der reifen Frucht, welche die erst gelbe und später blutrote, fettartige Substanz in sich ausbilden.

Was nun die Entwicklung der vom Perikarp umschlossenen, innerhalb des Hypanthiokarps befindlichen Frucht anlangt, deren äußerste Schicht der Kautschukmantel ist, so treffen wir schon wesentlich ursprünglichere Verhältnisse in solchen Früchten, in denen es, obschon sie sonst eine ziemliche Größe erreicht haben, nicht zur Ausbildung eines Keimlings gekommen ist (Taf. I, Fig. 3, 8; Taf. II, Fig. 3, 7, 8). Da in solchen Früchten auch kein Nährgewebe gebildet wird, so ist die Anordnung der Gewebe eine ganz verschiedene. Durch die Mitte der Frucht zieht ein Zylinder eines kleinzelligen Gewebes mit braunen Zellwänden, der seinerseits mitten von dem schmalen Embryosack durchzogen wird (Taf. I, Fig. 3, 8, *ES*), der nach unten zu bis zur Sclerenchymscheide reicht, nach oben durch den Griffelstrang gegen die Blütennarbe sich vorschiebt. Innerhalb des Embryosacks befindet sich ein wenig- und großzelliges, lockeres Gewebe. Gegen diesen mittleren Gewebszylinder ragen sechs abgerundet-dreikantige Keile vor, deren Zellen von dem besprochenen Strutanthin ganz erfüllt sind. Diese Keile lassen zwischen einander nur ganz schmale, auf dem Querschnitt markstrahlenähnliche Gewebslamellen übrig, so daß in einer solchen Frucht der zentrale sternartige Gewebszylinder von einem kompakten Strutanthinmantel (Taf. I, Fig. 3, 8, *Str.*) umhüllt erscheint. Bisweilen dringen die Strutanthinmassen so gegeneinander vor, daß auch der mittlere Gewebszylinder und der Embryosack verschwindet; dann wird das ganze Innere der Frucht von einer kompakten Strutanthinmasse eingenommen (Taf. II, Fig. 7, 8 *Str.*).

In den Interradien außerhalb dieses Mantels liegen die hier wohlentwickelten und nicht gepreßten Gefäßbündel (Taf. I, II, Fig. 3, *G*). In den Radien, also in der Fortsetzung der Strutanthinkeile als Übergang zur Kautschukhülle, die hier viel breiter erscheint, da ihre Zellen noch isodiametrisch und nicht tangential abgeflacht sind, finden sich jene, schon bei der Beschreibung der reifen Frucht erwähnten mit braungrauem, perlschnurartigem oder körnigem Inhalt erfüllten Zellen.

Kautschuk und Strutanthin. Die Genese dieser Zellen ist die gleiche wie die der Kautschukzellen und in einem etwas

früheren Stadium sind sie von letzteren auch in bezug auf die Löslichkeit nicht zu unterscheiden, während in der reifen Frucht ihr Inhalt im Gegensatz zu dem der Kautschukzellen in Benzol, Äther etc. unlöslich wird. Ursprünglich, bei ganz jungen Früchten, ist zwischen Kautschukzellen, diesen Übergangszellen und den Strutanthinzellen kein Unterschied (Taf. II, Fig. 5, *K*), sie gehen aus ganz gleichartigen parenchymatischen Zellen hervor. Erst bei etwas älteren Früchten beginnt, zuerst im unteren Teile der Frucht an den inneren Kanten der sechs gegen den Embryosack gerichteten Gewebskeile, der ursprünglich gleichartige, graue, feinkörnige Zellinhalt sich zu differenzieren, indem er zuerst graubraun, dann braun wird, die körnige Struktur verliert und ein homogen glasartiges Aussehen erlangt. Zugleich geht die Löslichkeit in Benzol, Äther etc. verloren. Bei der Beurteilung der Art und Weise der Kautschukentstehung ist also auf jeden Fall festzuhalten, daß Kautschuk und Strutanthin aus ganz gleichartigen Zellen, die auch ursprünglich den gleichen Inhalt haben, hervorgehen.

Kautschukentstehung aus Milchsaft. Alle diese Zellen zeigen sich in den allerjüngsten Stadien von einer Menge kleiner Kügelchen erfüllt, die sich mit Alkanna lebhaft rot färben. Die spätere Kautschukzone enthält von diesen Kügelchen, die als Milchsaftkügelchen zu betrachten sind, am meisten. Daß die jungen Früchte der Kautschukmisteln Milchsaft enthalten, sieht man, wie mir Herr Knoop mitteilt, beim Anschneiden derselben; die vegetativen Teile enthalten dagegen keinen Milchsaft. Übrigens wird auch — nach Warburg allerdings bis jetzt nur bei *Phtirusa Theobromae* — der Kautschuk direkt aus dem Milchsaft der unreifen Früchte in der Weise gewonnen, daß diese zwischen Walzen ausgepreßt werden. In dem so erhaltenen, verdünnten und durch ein Sieb vom Schmutz befreiten Milchsaft wird der Kautschuk durch Kochen zur Koagulation gebracht, in der Presse entwässert und als fertiger Fladen versendet.

Milchsaft in Loranthaceen. Daß die Loranthaceen Milchsaft enthalten, war bisher nicht bekannt. Auch in Engler und Prantl's »Natürlichen Pflanzenfamilien« ist weder in der Familiencharakteristik der Loranthaceen noch bei der Beschrei-

bung der Gattungen *Strutanthus* und *Phtirusa* vom Milchsaftgehalt die Rede. Zu erwähnen wäre, daß bei den gleichfalls in die Reihe der *Santalales* gehörigen Familie der Olacineen bei einigen Gattungen (*Heisteria*, *Endusa*, *Cardiopteris* etc.) Milchsaft vorkommt.[1]

Kautschukgenese. Da der Kautschuk nach den neuesten Untersuchungen im Milchsaft schon fertig gebildet vorkommt,[2] so kann man seine Entstehung in der Pflanze gleichzeitig nur mit der Entstehung des Milchsaftes beobachten. Es sind dabei alle diejenigen Fälle ausgeschlossen, wo der Milchsaft überhaupt nicht neu entsteht, sondern dem Samen bereits von der Mutterpflanze mitgegeben wird und sich während der Entwicklung des Samens zur fertigen Pflanze nur vermehrt. Hier, bei den Kautschukmisteln, wo der Milchsaft in den vegetativen Teilen überhaupt nicht vorkommt, muß er in den Früchten neu entstehen; an ausreichendem, frischem Material wäre seine Genese sicherlich zu verfolgen; leider stand mir solches nicht zur Verfügung.

Bei Behandlung von Schnitten durch die jüngsten mir zur Verfügung stehenden Früchte von *Strutanthus*, die noch keine Spur von Stärke enthalten, mit Fehling'scher Lösung zeigten sich über den ganzen Schnitt verstreut Körnchen von Kupferoxydul; in derjenigen Zone, die in ihrer Lage dem späteren Kautschukmantel entsprach, waren aber die Körnchen stets in viel größerer Menge vorhanden. Wenngleich nun das allgemeine Eintreffen der Fehling'schen Reaktion bei meinem mit Formalin, also einem stark reduzierenden Körper, fixierten Material nicht als Beweis für das Vorhandensein reduzierender Stoffe im Schnitt gelten kann, so kann doch die Anreicherung der Oxydulkörnchen in einer bestimmten Zone kaum anders als durch eine entsprechende Anreicherung reduzierender Körper in dieser Zone erklärt werden. Ein Vorkommen derartiger Körper in jenen Zellen, in denen sich später der Kautschuk bildet, wäre deswegen von Bedeutung, weil nach

[1] Solereder, l. c., p. 230.

[2] C. Harries, Über den gegenwärtigen Stand der Kautschukchemie. Öst. Chem. Zeitg., XIII, 9, 1910.

Harries[1] der Kautschuk ein Umwandlungsprodukt der Zuckerarten, speziell der Pentosen, darstellt, die zu dem Rest C_5H_8 reduziert werden, der sich wiederum in statu nascendi zum Komplex $(C_6H_{16})x$, also zu Kautschuk kondensiert; übrigens bringt auch Czapek[2] das Kautschukterpen in Beziehung zu den Zuckerarten, indem er darauf hinweist, daß im Milchsaft als Glykosid der Dambonit vorkomme, der sich in die mit dem Inosit identische Dambose überführen läßt. Wenn nun auch die Anreicherung von Cu-Oxydulkörnchen in den Mutterzellen der Kautschukschichte von diesem Standpunkt aus auffallend erscheint, so muß andrerseits nochmals betont werden, daß eine sichere Beantwortung der Frage nach den Substanzen, aus denen der Kautschuk sich bildet, nur an frischem Material möglich sein wird.

Die im obersten verschmälerten Teil der Frucht ausgebildete, aus Fettsphäriten und einer kautschukähnlichen Substanz bestehende kappenartige Masse entwickelt sich verhältnismäßig früh in großen, gegen den Griffelstrang gerichteten radialen Zellen. Der Inhalt dieser Zellen besteht schon in frischen Stadien aus farblosen, stark lichtbrechenden Klumpen, die zwischen gekreuzten Nicols schön leuchtende Krystallnädelchen aufweisen, sich mit Alkanna dunkelrot, mit Jodjodkali goldgelb färben; die Zellen selbst enthalten Zellkern und Plasmaschlauch.

Entwicklung des Embryosacks und des Embryos. Über die Entwicklung des Embryos und des Nährgewebes läßt sich auf Grund meines spärlichen Materials nur folgendes mitteilen. Das untere Ende des Embryosacks wächst auch hier, ähnlich wie bei den von Treub[3] untersuchten Loranthaceen, in eine becherförmige Scheide hinein, deren Zellen aber hier nicht collenchymatisch, sondern sclerenchymatisch verdickt und verholzt sind; diese Sclerenchymscheide ist auch an scharf median geführten Schnitten durch reife Früchte als eine Art Widerlager, gegen das die Spitze der Cotyledonen stößt, zu erkennen (Taf. I, Fig. 3, *KS*). Auch hier, wie bei anderen

[1] C. Harries, Ber. d. D. chem. Ges., XXXVIII, 1905, p. 1195.
[2] Czapek, l. c.
[3] M. Treub, l. c.

Loranthaceen, wächst das obere Ende des Embryosacks, sich bedeutend verlängernd, innerhalb jenes Gefäßbündelstranges, der durch die Fruchtknotenwandung zum Griffel führt, nach aufwärts. Dieser das obere Ende des Embryosacks enthaltende »Griffelstrang« durchsetzt jene aus Fett und einer kautschukartigen Substanz bestehende Masse, die bei der Anheftung des Keimlings an die Rinde und während der Keimung wahrscheinlich bei der Ernährung des Embryos eine Rolle spielt; hierbei hat das Scheibchen des Embryos, dem jene Masse aufliegt, wahrscheinlich eine ähnliche Aufgabe wie das Scutellum der Gramineen.

In dem oberen Ende des Embryosacks bildet sich der Embryoträger aus, der aus zwei bis drei Reihen ganz schmaler hyphenartiger Zellen besteht, die bis in den Griffelstrang hineinreichen, andrerseits den noch wenigzelligen Embryo gegen die Scheide hinunterstoßen. Beim Wachstum des Embryos wird hinwiederum der Embryoträger zusammengedrückt: noch beim ziemlich entwickelten Keimling sieht man in der Mitte des Scheibchens die Reste des Embryoträgers, beim ausgewachsenen Keimling sind auch diese obliteriert. Das Nährgewebe scheint, soweit ich konstatieren konnte, nur zum Teil innerhalb des Embryosacks zu entstehen.

Nährgewebeentwicklung. Bei der verwandten *Elytranthe globosa* entwickelt sich nach Treub[1] zuerst im unteren, dann im mittleren Teile des Embryosacks ein Endosperm. Nach Engler, dem auch Früchte von *Strutanthus* und *Phtirusa* vorlagen, soll bei diesen sich ein Endosperm ausbilden, welches speziell bei *Strutanthus* »auch oberhalb der Scheide zwischen sechs Leitbündeln sechs regelmäßige Lappen bildet«.[2] Da nach meinen Beobachtungen dort, wo später der äußere Teil des Nährgewebes sich befindet, auch vor der Entwicklung des Embryosacks und des Keimlings ein entsprechendes, wenn auch stärkeleeres und schwächer entwickeltes Gewebe vorliegt, so erscheint mir die Annahme wahrscheinlich, daß nur der innere Teil des Nährgewebes ein echtes, aus dem Embryo-

[1] M. Treub, l. c.

[2] Engler u. Prantl, Nat. Pflanzenfamilien, p. 175.

sack entstandenes Endosperm ist, während der äußere Teil aus dem schon vor der Befruchtung vorhandenen Achsengewebe dadurch entsteht, daß seine Zellen sich teilen und Stärke speichern. Dieser Teil des Nährgewebes wäre also, obwohl es hier eigentlich keinen Nucellus gibt, eher als Perisperm zu bezeichnen. Das gleichzeitige Vorkommen von Endosperm und Perisperm ist im übrigen bei der systematisch nicht allzuweit entfernten Familie der Piperaceen bekannt.

Vergleichende Untersuchung der Phtirusa-Frucht. Nun mögen zum Vergleiche die Verhältnisse bei der kleineren, der sogenannten mittelfrüchtigen Mistel, *Phtirusa Theobromae* (Willd.) herangezogen werden.

Diese ist nach der Flora Brasiliensis ein mit vielen Greifwurzeln kletternder Strauch, der auf *Theobroma*[1], *Mangifera* und *Nerium* schmarotzt und sowohl im Gebiete des Amazonas als auch in den benachbarten Ländern häufig ist. Er besitzt weißlich graue Äste und ovale ledrige Blätter. Die Blüten stehen gehäuft in vielfach zusammengesetzten Rispen.

Vegetative Teile von Phtirusa. Die Anatomie des Stammes zeigt große Ähnlichkeit mit der des *Strutanthus*-Stammes. Ein äußeres Periderm, rindenständige Sclerenchymzellnester und Bastbündel sind auch hier vorhanden. In der Rinde finden sich Längsreihen würfelförmiger Zellen, deren jede einen prismatischen Krystall von Calciumoxalat enthält. Die Zellen des Markes zeigen ebenso wie die Markstrahlzellen Tüpfel und enthalten wie diese gitterartig von Löchern durchbrochene Strutanthinschläuche, die bisweilen auch, wie in den *Strutanthus*-Früchten, braunschaumige oder perlschnurartige Massen enthalten. In

[1] **Beeinflussung des Parasiten durch den Wirt.** Ob das Theobromin, beziehungsweise das Theïn in die Teile der Mistel übergeht, wäre zu untersuchen. Denn Eichler zitiert in der Flora Brasiliensis vol. V, P. II. p. 134*e* eine Arbeit von Th. Peckolt (»Catalog der pharmacognostischen, pharmaceutischen und chemischen Sammlung aus der brasilianischen Flora zur Nationalausstellung in Rio de Janeiro 1866«, Wien 1868, p. 69), nach der jener Autor in den Blättern eines auf *Coffea* schmarotzenden *Strutanthus* Coffein gefunden haben soll. Es enthielten 10.000 *g* getrockneter Blätter 6·42 *g* Coffein. Da heute die Frage der Beeinflußbarkeit des Reises durch die Unterlage im Mittelpunkte des Interesses steht und das betreffende Zitat an versteckter Stelle sich befindet, so glaubte ich, es hier wiedergeben zu sollen.

seinem chemischen Verhalten ist dieser Stoff dem Strutanthin von *Strutanthus* ganz gleich. Auch im *Phtirusa*-Stamm hat es wohl den Anschein, als ob sich die hier in geringerer Menge als bei *Strutanthus* vorhandenen Stärkekörner in die Strutanthinkörner umwandeln würden, da alle Übergänge vorhanden sind, jedoch könnte es sich auch hier um eine bloße Durchtränkung mit Strutanthin handeln. Auch hier sind große markständige Steinzellgruppen vorhanden.

Das Blatt von *Phtirusa* ist charakterisiert durch den Reichtum an Strutanthin, welches in regelmäßig angeordneten Zellen in Form runder gitterartig durchbrochener Klumpen enthalten ist. Auf dem Querschnitt sieht man jederseits eine solche Zellreihe unterhalb der oberen und der unteren Epidermis: eine gleiche von Strutanthingitterkugeln erfüllte Zellplatte zieht durch die Mitte des Blattes.

Gegenüber dem Strutanthinreichtum des *Phtirusa*-Blattes fällt seine Stärkearmut auf, während das *Strutanthus*-Blatt das umgekehrte Verhältnis dieser beiden Stoffe zeigt. Ein Vikariieren von Stärke und Strutanthin konnte ich übrigens öfter konstatieren.

Fruchtanatomie von Phtirusa. Von der Frucht sagt die Flora Brasiliensis:[1] Bacca oblonga, subtrilinearis, crocea vel rubra, strato viscaceo totum semen obducente; embryo leviter compressus oblongo-lanceolatus, cauliculo brevi obtusissimo cotyledonibus obtusis — eine Beschreibung aus der sich abermals die Verwechslung von Viscin- und Kautschukschichte ergibt. Die 7 bis 10 *mm* lange, 4 bis 5 *mm* breite Frucht ist im Gegensatz zu der von *Strutanthus* meist am basalen Teil breiter und verschmälert sich gegen den viscinführenden Scheitel. Der allgemeine morphologische Aufbau, die Genese und Anordnung der einzelnen Schichten zeigen oft eine ganz merkwürdige Übereinstimmung mit den kleinsten anatomischen und chemischen Details der *Strutanthus*-Frucht, was für eine sehr nahe Verwandtschaft der beiden Genera spricht. In einigen Punkten hingegen zeigen sich bemerkenswerte Abweichungen.

[1] L. c.

Auch hier wird die Frucht von dem aus der becherförmigen Blütenachse entstandenen Hypanthiokarp (Taf. I, Fig. 9; Taf. III, Fig. 14, 17, 18, *H*) umhüllt, welches aber nicht nur absolut, sondern auch relativ viel dünner und einfacher gebaut ist als bei *Strutanthus*. Auf einem gemeinsamen kurzen Fruchtstiel stehen immer je zwei Früchte in der Achsel eines schuppenförmigen dreieckigen Tragblattes beisammen; jede Frucht zeigt an ihrer Basis einen nach außen in eine Spitze ausgezogenen kragenförmigen Saum.

Eigentümlicher Bau der Epidermis. Die Epidermis des Hypanthiokarps von *Phtirusa* ist ganz eigentümlich und charakteristisch gestaltet (Taf. I, Fig. 9; Taf. III, Fig. 18, 19, *Ep*). Während die innern basalen Wände eben und dünn sind, zeigen die papillös gewölbten Außenwände eine sehr starke Verdickung. Eine Wölbung entspricht jedoch nicht einer Zelle, sondern durch kreuz und quer verlaufende, auf Außen- und Innenwand senkrechte Scheidewände ist der Hohlraum unter einer Papille in viele kleinere Zellen, deren jede einen Zellkern besitzt, geteilt.

Von außen und von der Fläche gesehen erblickt man große, polygonale Felder, deren jedes einer Papille entspricht; an den Grenzen dieser Felder, also in den Tälern zwischen den Papillen, sind Körnchen einer braunen Substanz abgelagert. Jedes solche Feld ist durch unregelmäßig angeordnete Scheidewände in 4 bis 10 Zellen geteilt. Die verdickten Außenwände der großen Papille sind cutinisiert, während die basalen und die Scheidewände sich mit Chlorzinkjod violett färben, also aus Cellulose bestehen. Die innerste Wandschichte der Epidermiszellen zeigt mit Chlorzinkjod eine dunkelbraune und mit Methylgrün merkwürdigerweise eine leuchtend violette Färbung. Eigentümlich ist auch das Verhalten bei Alkannafärbung; es färbt sich nämlich nicht die Cuticula, sondern die innerste Wandschichte rot.

Auf die Epidermis folgen ungefähr 10 Reihen flacher, schmaler Zellen (Taf. III, Fig. 18, H_1), mit breitgetüpfelten, beziehungsweise treppenförmig verdickten Cellulosewänden, die Plasmaschlauch, Zellkern und einen gelblich körnigen Inhalt besitzen. An diese schließt sich eine Reihe ebenfalls schmaler, aber kürzerer Zellen mit großen, hellen Zellkernen und ver-

schleimten Wänden an, durch welche die Trennung des Hypanthiokarps von der eigentlichen Frucht, von der es sich glatt ablöst, bewirkt wird und die sich am apicalen Ende der Frucht durch Streckung der Zellen in radialer Richtung in den Viscinkragen (Taf. III, Fig. 14, 15, 19, V, *VZ*) umwandelt. Auch hier machen in jungen Früchten die Zellen dieses später verschleimenden Häutchens den Eindruck eines Meristems (Taf. III, Fig. 13, *Vg*).

Viscinkappe. Das Viscin bildet wie bei *Strutanthus* einen den oberen, verschmälerten Teil der eigentlichen Frucht umgebenden, in der Mitte breiten, nach oben und unten auskeilenden Kragen. Die Viscinzellen sind platt bandförmig, einigermaßen den Baumwollhaaren ähnlich, parallel und infolge des Druckes bogenförmig (Taf. III, Fig. 19, *VZ*) über- und nebeneinandergelagert. Sie zeigen beim Dehnen zuerst die eine Streifung vortäuschenden queren Risse und verwandeln sich bei weiterer Dehnung in dünne mit Chlorzinkjod sich lebhaft blauviolett färbende Fäden. Jede Zelle besitzt einen langgestreckten, pfropfenartig im schmalen Lumen steckenden Zellkern (Taf. III, Fig. 19, *ZK*). Neben den Viscinschleimzellen und parallel zu ihnen liegen namentlich in den oberen und unteren auskeilenden Teilen des Viscinkragens auch hier breitere Zellen, die große, langgestreckte, gelbliche Klumpen enthalten, die sich mit Chlorzinkjod dunkelgelb färben und sich in Äther, Benzol etc. lösen. Werden sie nach der Lösung mit Wasser behandelt, so treten sie wieder als hohle Schläuche auf. Die Schleimzellen quellen in Wasser, kontrahieren sich in Alkohol, färben sich mit Chlorzinkjod violett, zeigen also auch hier die Eigenschaften echter Celluloseschleime. Bei *Phtirusa* haftet die Viscinkappe, obwohl sie der Genese nach auch hier zum Hypantiokarp gehört, fest an der Kautschukschichte und bleibt meist beim Ablösen der letzteren an der eigentlichen Frucht haften. Auf einem Querschnitt durch den oberen Teil einer unreifen Frucht (Taf. I, Fig. 9; Taf. II, Fig. 12, *Vg*) sieht man die schmalen, radialen Mutterzellen der Viscinschleimzellen und neben ihnen und von ihnen förmlich umschlossen breitere Zellen mit gewölbten Wänden und stark lichtbrechenden Klumpen als Inhalt; in diesen bilden sich die Viscinharzballen aus.

Kautschukmantel. Als äußerste Schichte des Perikarps, das die eigentliche Frucht umhüllt, folgt nun der bei *Phtirusa* auch relativ viel dünnere Kautschukmantel (Taf. III, Fig. 14, 15, 17, 18, *K*), der außen von einem glatten, aus ganz flachen Plattenzellen gebildeten Häutchen bedeckt wird. Die Kautschukschichte selbst ist in der reifen Frucht ungefähr drei Zellreihen stark. Ihre Zellen sind schmal, tangential abgeflacht und zeigen auch bei reifen Früchten deutlich netzig verdickte Zellwände, die sich bei Quellung in Kalilauge, Behandlung mit Essigsäure, Auswaschen und Zusatz von Chlorzinkjod schön violett färben. Der Kautschuk selbst bildet die Zellen erfüllende wurstförmige Massen, färbt sich mit Jodverbindungen tiefgelb und zeigt eine Menge von Kügelchen, die in einer hellen Grundmasse liegen. Nach Behandlung der Kautschukzellen mit Benzolalkohol löst sich der Kautschuk und es bleibt nun ein körniger, gelblich gefärbter Rückstand in den Zellen zurück. Bei Behandlung mit dem Millon'schen Reagens treten Plasmaschlauch und Zellkern deutlich hervor. Mit Methylgrün färben sich die Wände der Kautschukzellen, während der Kautschuk selbst ungefärbt bleibt. In ganz jungen *Phtirusa*-Früchten sieht man in den Kautschukzellen eine Unmenge kleiner Tröpfchen; es macht hier ganz den Eindruck eines Milchsaftes. Was die Menge des Kautschuks anlangt, so hat Knoop nach Warburg aus fünf Proben unreifer Früchte von *Phtirusa Theobromae* 4·0 bis 10% , im Mittel 7% guten, ziemlich trockenen Kautschuks erhalten. Knoop konstatierte einen großen Unterschied im Kautschukgehalt von verschiedenen unreifen Früchten derselben Art und glaubt, daß dieser Unterschied aus dem Reifezustand allein nicht zu erklären sei.

Strutanthin. Auf die Kautschukzone folgen hier wie bei *Strutanthus* sechs keilförmige Gruppen durchlöcherter Strutanthinschläuche (Taf. III, Fig. 14, 15, 17, 18, *Str*), die mit harzähnlichen braunen Massen erfüllt sind. Im Gegensatz zu *Strutanthus* sind diese keilförmigen Gruppen jedoch gegen das Nährgewebe der reifen Frucht ziemlich scharf abgegrenzt und zeigen nicht in dieses versprengte Zellen. In den von runden großen Löchern durchbrochenen Schläuchen finden sich große Mengen brauner Kugeln, die in der Größe den Stärkekörnern gleichen

und oft miteinander perlschnurartig verbunden sind. In reifen Früchten kann man die Konturen der Zellen nicht mehr erkennen, da die braunen Massen auch die Intercellularen erfüllen. In etwas jüngern Früchten sind die Schläuche in voneinander scharf getrennten Zellen enthalten (Taf. II, Fig. 13, *Str*). Wie ein Längsschnitt durch eine reife Frucht zeigt, sind die Strutanthinschläuche ungefähr dreimal so lang als breit, an den Enden zugespitzt, sichelartig gebogen und ineinander eingekeilt; sie gleichen durchlöcherten mit Kugeln und Klumpen erfüllten Säcken; auch hier handelt es sich wie bei *Strutanthus* bestimmt um eine ursprünglich flüssige, später erstarrte Substanz. Im unteren Teil der Frucht ist das Strutanthingewebe stärker ausgebildet als im oberen.

Zwischen diese sechs Strutanthinkeile schiebt sich das Nährgewebe sternartig vor (Taf. III, Fig. 17, *N*). Am Ende jedes Nährgewebsarmes befindet sich das der Innenseite des Kautschukmantels anliegende Gefäßbündel. Die unmittelbar um das Gefäßbündel befindlichen Zellen des Nährgewebes enthalten im Gegensatz zu den anderen von Stärke strotzenden Nährgewebszellen keine Stärke und zeigen gebräunte, collenchymatisch verdickte Wände.

Auch die innersten Zellen des Nährgewebes, welche den Hohlraum begrenzen, in dem der Keimling sich befindet, sind stärkeleer, klein und haben gebräunte Wände. Dieser Hohlraum ist im Querschnitt nicht wie bei *Strutanthus* oval, sondern kreisrund. Der Keimling selbst (Taf. III, Fig. 17, *Ca*) ist bis auf die geringere Größe dem *Strutanthus*-Keimling ganz gleich. Auch der obere Teil der Frucht zeigt ganz ähnliche Verhältnisse wie bei *Strutanthus*. Das Hypanthiokarp, dessen Grenze gegen das Perikarp schon an der Richtung der Zellen leicht zu konstatieren ist, bildet um die Blütennarbe einen kragenförmigen Saum, den Calyculus (Taf. III, Fig. 14, 15, 19, *Ca*). Innerhalb des Perikarps im oberen, infolge des Druckes des Viscinkragens verschmälerten Teile der Frucht verlaufen an der Innenseite der hier nur dünnen Kautschukschichte die sechs zur Peripherie der Blüte gehenden Gefäßbündel; es umschließt auch hier die Kautschukschichte einen kegelstumpfförmigen Komplex großer Zellen (Taf. III, Fig. 14, 15, *SZ*), die in einer

kautschukähnlichen hyalinen Grundmasse Klumpen nadelförmiger Krystalle enthalten (Taf. I, Fig. 10 *f, e*), die bisweilen als sehr schöne Sphärite mit radiärer und zonarer Struktur (Taf. I, Fig. 10 *g*) ausgebildet sind. Bisweilen gehen diese Sphärite durch mehrere Zellen hindurch. In Äther, Benzol, etc. ist der ganze Inhalt dieser Zellen löslich.

Entwicklung der Frucht. Auch die Entwicklung der Frucht stimmt in den meisten Punkten mit der Entwicklung der *Strutanthus*-Frucht überein. Kautschuk- und Strutanthinzellen haben die gleiche Genese (Taf. II, Fig. 13, *K, Str*); beiderlei Zellen sind schon vor der Entwicklung des Embryos vorhanden und differenzieren sich allmählich im Aussehen und im chemischen Verhalten.

Der ursprünglich eiförmige, kleine Embryo (Taf. III, Fig. 16, *E*) befindet sich zuerst in der Mitte des Nährgewebes und steht durch einen schmalen Embryoträger (Taf. III, Fig. 15, 16, *E Tr*) und zwei bis drei Reihen dünner, hyphenartiger Zellen (Taf. III, Fig. 15, *HZ*) mit dem Griffelstrang in Verbindung. Er wächst nach unten gegen die Collenchymscheide (Taf. III, Fig. 14, *Ko*), ohne diese jedoch in den meisten Fällen zu erreichen, nach oben gegen die kompakte Fett-Kautschukmasse, die in der reifen Frucht dem Scheibchen des Embryos direkt aufliegt und bei der Anheftung und wohl auch bei der Ernährung des Keimlings eine Rolle spielt.

Zusammenfassung.

Eine Anzahl südamerikanischer Loranthaceengattungen, von denen zwei (*Strutanthus* und *Phtirusa*) hier genauer behandelt wurden, besitzen in ihren Früchten beträchtliche Mengen von Kautschuk, während in ihren vegetativen Teilen kaum Spuren davon enthalten sind. Der Kautschuk bildet einen kompakten, den inneren Teil der Frucht, insoweit dieser aus dem Fruchtknoten entstanden ist, einhüllenden Mantel, der aus parenchymatischen Zellen besteht, in deren Inhalt sich der Kautschuk bildet. Der Kautschukmantel ersetzt nicht das Viscin unserer Misteln; denn auch bei den Kautschukmisteln ist, allerdings nur am oberen Ende der Frucht, neben der Kautschukschichte, diese überdeckend, eine Viscinkappe ausgebildet.

Während bei den meisten Kautschukpflanzen der Kautschuk im Milchsaft von Milchröhren vorkommt, die bereits im Embryo angelegt sind, so daß der Milchsaft überhaupt nicht neu entsteht, sondern sich während der Entwicklung des Samens zur fertigen Pflanze nur vermehrt, muß hier, bei den Kautschukmisteln, deren vegetative Teile überhaupt keinen Kautschuk enthalten, dieser in den Früchten neu entstehen. Die Kautschukmisteln bieten also das denkbar günstigste Material zum Studium der Genese des Kautschuks in der Pflanze. Der Kautschuk entsteht im Inhalt von Parenchymzellen, die auch in der reifen Frucht Zellkern, Plasmaschlauch und völlig unversehrte Wände zeigen, welche die Cellulosereaktion geben; die Zellwand ist an der Kautschukbildung nicht beteiligt.

In jungen Früchten sind die Kautschukzellen sehr plasmareich und enthalten Milchsaft. Die an die Kautschukschichte innen anschließenden Zellen haben in jungen Stadien einen gleichen Inhalt wie die Kautschukzellen, der sich erst während der Fruchtreife differenziert und zu einer charakteristischen, von mir als »Strutanthin« bezeichneten Substanz wird. Diese rotbraune, hornartige, stickstoff- und harzreiche, spröde, bei längerem Liegen im Wasser elastisch werdende Substanz hat also bis zu einem bestimmten Stadium die gleiche Genese wie der Kautschuk. Die Fehling'sche Probe zeigt in jungen Früchten eine Anreicherung von Oxydulkörnchen in den Mutterzellen der Kautschukschichte. Eine sichere Antwort, ob in diesen Zellen vor der Kautschukbildung zuckerartige Stoffe vorhanden sind, kann aber nur die Untersuchung frischen Materials geben.

Außer in dem Kautschukmantel, der den ganzen inneren Teil der Frucht einhüllt, sind kautschukähnliche Substanzen bei beiden untersuchten Gattungen auch in einem über dem Haftscheibchen des Embryos befindlichen Gewebe vorhanden, dessen Zellen neben kautschukartigen Stoffen sphärokrystallinische Klumpen einer ätherlöslichen, verseifbaren Substanz enthalten. Diese klebrige Substanz dient neben dem Viscinschleim zur Anheftung des Haftscheibchens des Keimlings und der fettartige Körper wahrscheinlich auch zu dessen Ernährung

während der Keimung. Der Viscinschleim ist nur am oberen Ende der Frucht in größerer Menge vorhanden, im unteren Teil der reifen Frucht bildet er nur ein dünnes Häutchen, das die Loslösung des äußeren aus der Blütenachse hervorgegangenen Hypanthiokarps von der vom Kautschukperikarp umgebenen Frucht bewirkt. In der Viscinkappe sind neben dem Celluloseschleim, der aus bandförmigen, baumwollfaserähnlichen Schleimzellen hervorgeht, auch in größerer Menge fett- und harzartige Stoffe enthalten. In Anbetracht des Umstandes, daß auch bei unserer weißen Mistel, *Viscum album*, derartige ätherlösliche Stoffe in größerer Menge vorhanden sind und daß bald diese, bald die schleimartigen Substanzen mit dem Namen »Viscin« bezeichnet werden, schlage ich vor, die letzteren als »Viscinschleim, die ersteren als Viscinharz, respektive Viscinfett zu bezeichnen, um Irrtümer zu vermeiden. Die Angabe P. F. Reinsch', daß auch in unserer Mistel, *Viscum album*, ein kautschukartiger Stoff, das Viskautschin, enthalten sei, wurde nachgeprüft und konnte nicht bestätigt werden. Hingegen wurde beobachtet, daß bei *Viscum album* ein in Alkohol leicht und vollständig lösliches Harz aus Wunden fließt und als Wundverschluß dient.

Während der Fruchtreife und Embryoentwicklung kommt es in der *Strutanthus*-Frucht zu tiefgreifenden Veränderungen. In dem Nährgewebe wird massenhaft Stärke aufgespeichert, während in Früchten, in denen die Embryoentwicklung unterbleibt, nicht einmal Spuren von Stärke auftreten. In den inneren Schichten des Hypanthiokarps bildet sich ein flüssiges, durch einen karotinähnlichen Farbstoff rot gefärbtes Fett, durch das auch hie und da der Kautschuk rot gefärbt wird.

Die beiden untersuchten Genera stimmen in bezug auf Bau und Entwicklung in den Hauptpunkten überein.

Botanisches Laboratorium der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn, März 1911.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren der Tafel I sind, soweit mikroskopisch, mit dem Abbe'schen Zeichenapparat entworfen. Für seine freundliche Mithilfe bei der Herstellung der auf Taf. II und III befindlichen Mikrophotogramme bin ich Herrn Assistenten E. M. Quietensky zu herzlichem Danke verbunden.

Zeichenerklärung: *BN* Blütennarbe, *Ca* Calyculus, *Co* Cotyledon, *E* Embryo, *ES* Embryosack, *EP* Epidermis, *ESCH* Haftscheibchen des Embryos, *ETr* Embryoträger, *G* Gefäßbündel, *GS* Griffelstrang, *GZ* Gelbbraune Zellen, *H* Hypanthiokarp, *HK* Helle Körper (Zellkerne), *Hy* Hypocotyl, *HZ* Hyphenartige Zellen des Embryoträgers, *K* Kautschukzellen, *Kr* Krystalldrusen, *KS* Collenchym-, respektive Sclerenchymscheide, *Ko* Collenchymzellen, *LH* Leere Hüllen der Harzballen, *L* Löcher im Strutanthin, *N* Nährgewebe, *Pk* Perikarp, *RF* Rote Fettzellen, *SCH* Schleimhäutchen, *Str* Strutanthin, *SZ* Kautschuk und Fett enthaltende Sekretzellen, *Ü* Übergangszellen, *V* Viscin, *VF* Viscinfäden, *Vg* Viscogene Schicht, *VR* Viscinschleimzellen mit Querrissen, *VO* Viscinöl, *VSCH* Viscinschleimzellen, *ZK* Zellkerne.

Doppeltafel I.

Fig. 1 bis 4 und 6 bis 8 beziehen sich auf *Strutanthus syringifolius* Mart., Fig. 5 und 9 auf *Phtirusa Theobromae* (Willd.) Eichler, Fig. 10 auf beide genannten Pflanzen.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine reife Frucht. Vergr. zirka $^{6}/_{1}$.

Fig. 2. Längsschnitt durch die viscogene Schicht einer jungen Frucht. Vergr. zirka $^{300}/_{1}$.

Fig. 3. Querschnitt durch eine Frucht mit verkümmertem Embryosack. Vergr. $^{12}{}_{1}$.

Fig. 4. Querschnitt durch Strutanthin- und Collenchymzellen des Hypanthiokarps. Vergr. zirka 300/1.

Fig. 5. Viscinschleim und Viscinharzzellen und ihr Ansatz an das Hypanthiokarp Vergr. zirka 300/1.

Fig. 6. Triade unreifer Früchte in verschiedenen Entwicklungsstadien. Ganz schwach vergrößert.

Fig. 7. *a*, *b*, *c*, Keimlinge, *d* keimende Frucht, vom Hypanthiokarp befreit, mit zerrissenem Kautschukmantel, *e* Keimling aus dieser Frucht. Ganz schwach vergrößert.

Fig. 8. Längsschnitt durch unreife Frucht Vergr. zirka $^{12}/_{1}$.

Fig. 9. Querschnitt durch den oberen Teil einer jungen Frucht. (Viscin- und Fett-Kautschukkappe.) Vergr. $^{450}/_{1}$.

Fig. 10. Krystallgruppen und Sphärite der fettartigen Substanz über dem Scheibchen des Embryos *a* bis *d* aus der Ätherlösung (*Strutanthus*), *f*, *e* Klumpen, *g* Sphärite aus dem Gewebe von *Phtirusa*. Vergr. $^{350}/_{1}$.

Doppeltafel II.

Die Fig. 1 bis 11 beziehen sich auf *Strutanthus syringifolius* Mart., Fig. 12 bis 13 auf *Phtirusa Theobromae* (Willd.) Eichler.

Fig. 1. Querschnitt durch reife Frucht mit losgelöstem Hypanthiokarp. Vergr. zirka $^{20}/_{1}$.

Fig. 2. Querschnitt durchs Hypanthiokarp, stärker vergrößert. Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Fig. 3. Querschnitt durch unreife Frucht (Canadabalsampräparat). Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Fig. 4. Querschnitt durch den inneren Teil einer reifen Frucht. Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Fig. 5. Querschnitt durch ganz junge Frucht (Alkannafärbung). Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Fig. 6. Oberster Teil des Längsschnitts durch fast reife Frucht. Vergr. zirka $^{20}/_{1}$.

Fig. 7 und 8. Längsschnitt durch unreife Frucht. Vergr. zirka $^{20}/_{1}$.

Fig. 9. Längsschnitt durch den obersten Teil einer unreifen Frucht. Vergr. zirka $^{30}/_{1}$.

Fig. 10 und 11. Querschnitte durch den oberen Teil einer jungen Frucht. Fig. 10, Vergr. zirka $^{20}/_{1}$, Fig. 11, Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Fig. 12. Querschnitt durch den oberen Teil einer unreifen Frucht. Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Fig. 13. Querschnitt durch den mittleren Teil derselben Frucht. Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Tafel III.

Phtirusa Theobromae (Willd.) Eichler.

Fig. 14. Längsschnitt durch reife Frucht. Vergr. zirka $^{20}/_{1}$.

Fig. 15. Teil eines Längsschnitts durch jüngere Frucht. Vergr. zirka $^{30}/_{1}$.

Fig. 16. Junger Embryo im Nährgewebe. Vergr. zirka $^{30}/_{1}$.

Fig. 17 und 18. Querschnitte durch reife Frucht.

Fig. 17. Vergr. zirka $^{20}/_{1}$, Fig. 18 Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

Fig. 19. Längsschnitt durch den Viscinmantel einer fast reifen Frucht. Vergr. zirka $^{60}/_{1}$.

1
2
3
4
5
a
b
Ep
H
K
Vg
Str
Ko
VF
VO

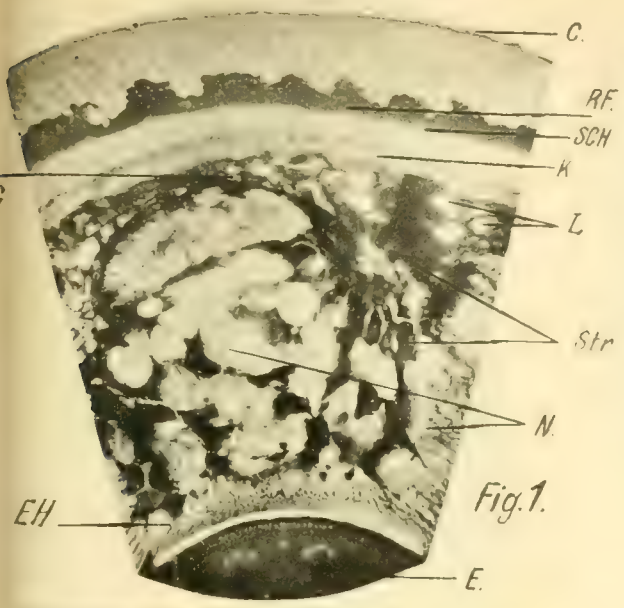


Fig. 1.

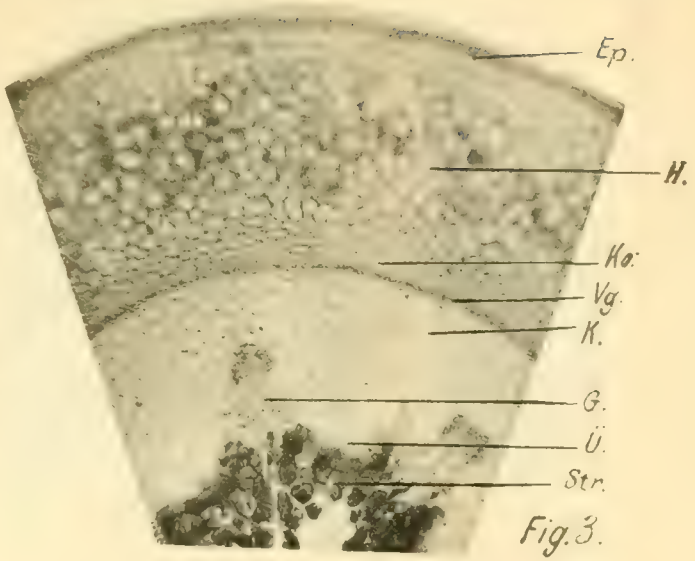


Fig. 3.

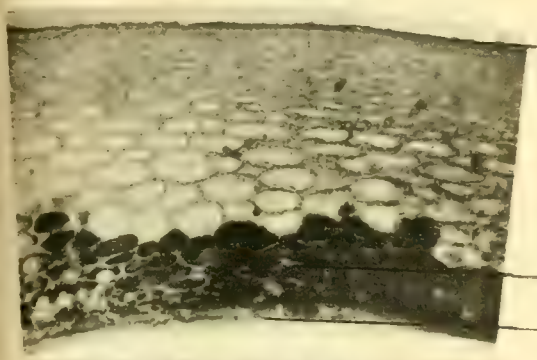


Fig. 2.

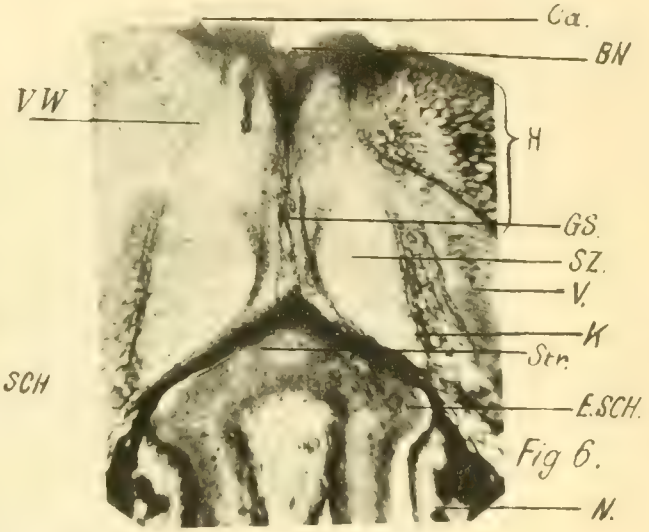


Fig 6.

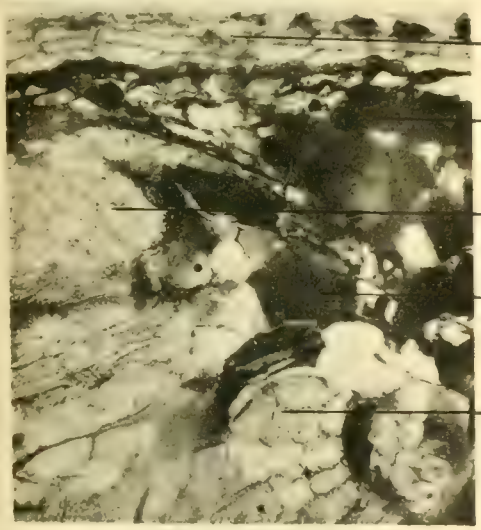


Fig. 4

Fig. 7.

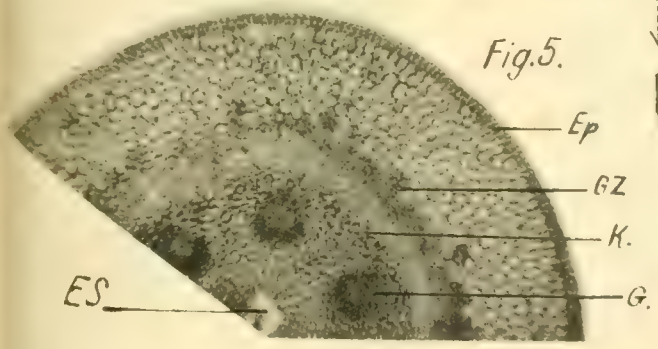


Fig. 5.

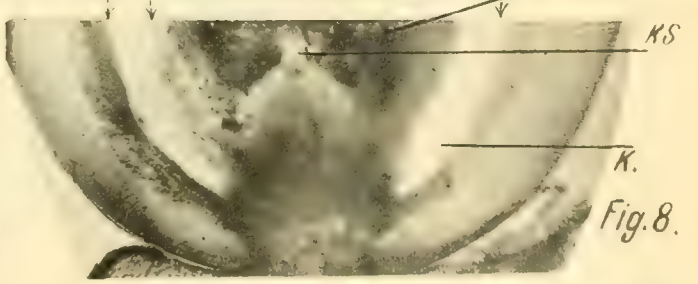


Fig. 8.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

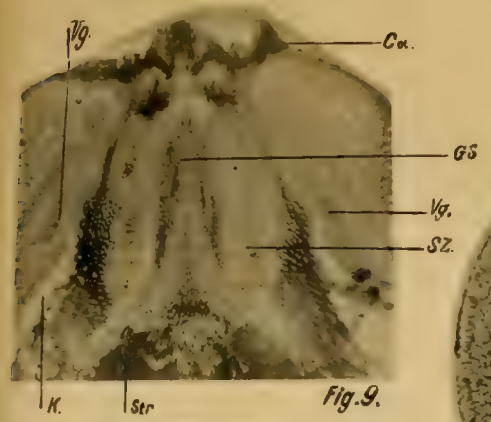


Fig. 9.

Fig. 12.

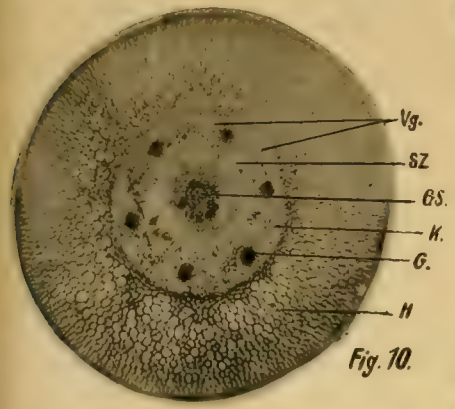


Fig. 10.

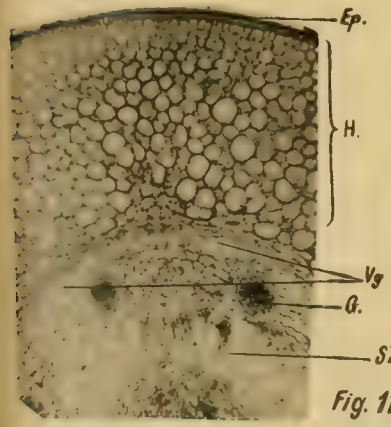


Fig. 11.

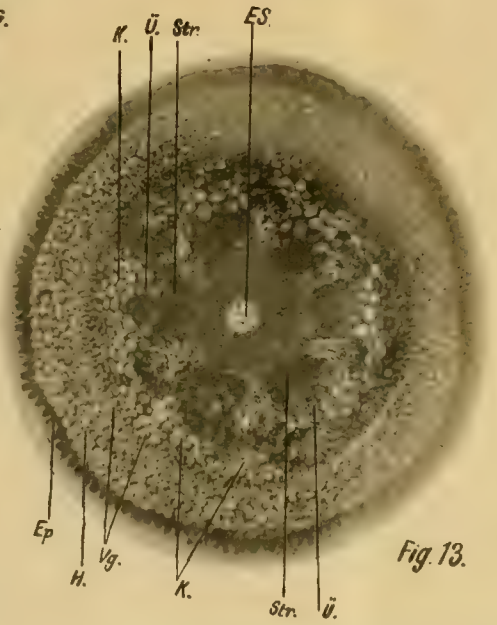


Fig. 13.

Fig. 14.

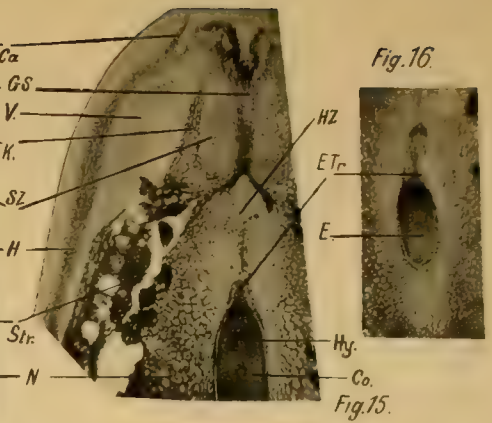


Fig. 15.

Fig. 16.

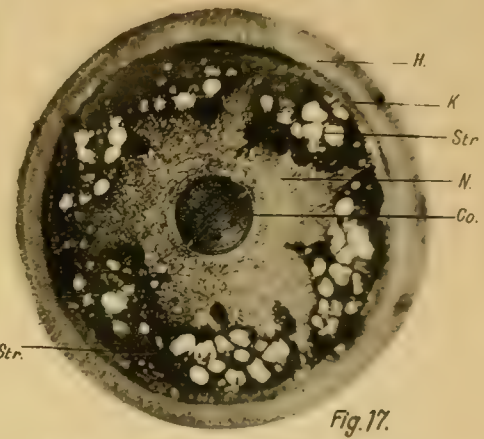


Fig. 17.

Fig. 19

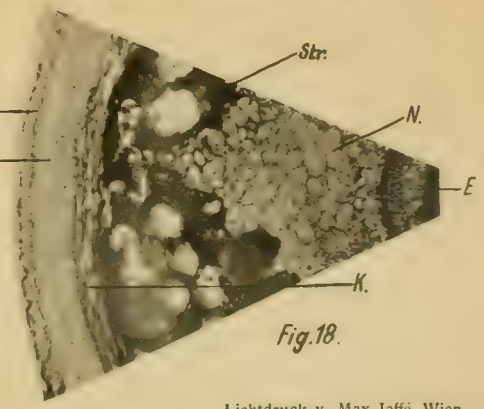


Fig. 18.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Das spezifische Gewicht der Tiefengesteine

von

F. Becke,

w. M. k. Akad.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1911.)

Die Handbücher der Petrographie geben über das spezifische Gewicht der Felsarten meist nur unvollkommen Auskunft. Man findet entweder die Angabe der weit voneinander abstehenden Grenzwerte oder man findet Einzelwerte, die sich auf bestimmte Einzelbeobachtungen beziehen. Bei den Originaluntersuchungen, selbst bei solchen, die eine quantitative chemische Analyse beibringen, wird die Bestimmung des spezifischen Gewichtes häufig unterlassen. Man sehe die Tabellen der Gesteinsanalysen von Osann oder Washington durch. Oft kommen mehrere Seiten hintereinander ohne eine Zahl in der Kolonne des spezifischen Gewichtes. Das ist kein erfreulicher Zustand.

Im vorigen Jahr hat R. A. Daly[1] Mittelzahlen für das spezifische Gewicht einzelner Gesteinstypen aufgestellt, die durch Mittelnehmen aus den vorhandenen Angaben gewonnen sind. Diese Zahlen sind als ein recht erfreulicher Fortschritt zu bezeichnen; für viele Fragen geben sie aber keine ausreichende Auskunft, da sie eben nur einen typischen Mittelwert z. B. für alle diejenigen Gesteine geben, die verschiedene Beobachter

[1] Reginald Aldworth Daly, Average chemical composition of igneous-rock types. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. XLV, No. 7, January 1910.

mit dem Namen Granit belegt haben, ohne aber erkennen zu lassen, wie weit dieser Mittelwert über- oder unterschritten wird bei Graniten von abweichender Zusammensetzung.

Durch verschiedene Erwägungen auf die Wichtigkeit dieses Merkmals aufmerksam gemacht, suchte ich Mittelzahlen zu ermitteln unter Berücksichtigung der schwankenden Zusammensetzung der Gesteine; freilich wird die Zahl der verwertbaren Gesteinsanalysen sehr beschränkt, da keineswegs von allen analysierten Gesteinen das spezifische Gewicht bekannt ist und umgekehrt manche sonst brauchbare Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Beziehung auf eine analysierte Gesteinsprobe entbehrt.

Wenn solche Zusammenstellungen einen Wert haben sollen, muß möglichste Frische des analysierten Gesteins gefordert werden. Das ist ein weiteres Moment, das die Zahl der verwendbaren Analysen einschränkt.

Bei der Rechnung beschränkte ich mich auf die vollkrystallinen Tiefengesteine. Denn bei Ergußgesteinen bringt das Vorhandensein oder Fehlen von Gesteinsglas ein Moment der Unsicherheit hinein, welches vorerst ausgeschlossen werden muß, wenn zunächst der Zusammenhang zwischen spezifischem Gewicht und chemischer Zusammensetzung studiert werden soll.

Ich habe ferner getrachtet, nach Möglichkeit solche Gesteine auszuschließen, welche eine Metamorphose in der Richtung gegen die Bildung krystallinischer Schiefer erlitten haben, daher habe ich von alpinen Gesteinen nur solche benutzt, bei denen ich überzeugt war, daß sie keine Pressungsmetamorphose erlitten haben. Nur einige Male bin ich diesem Prinzip untreu geworden, wenn von wichtigen Typen gute, außeralpine Beispiele mangelten oder zu wenig zahlreich waren.

Ausgeschlossen wurde vorläufig noch die Reihe der Ganggesteine, nur einige Aplite wurden beim Granit mitgenommen. Ebenso habe ich vorläufig noch selten vorkommende Gesteinstypen von extremer Ausbildung ausgelassen.

Man muß sich ferner gegenwärtig halten, welche chemische Variation in erster Linie in ihrem Einfluß auf das spezifische Gewicht geprüft werden soll. Hätten wir ein sehr großes Material

von brauchbaren Bestimmungen, so müßten sich die verschiedenartigsten Schwankungen der chemischen Zusammensetzung bei Tiefengesteinen in ihrem Einfluß auf das spezifische Gewicht studieren lassen. Man müßte beispielsweise untersuchen, welchen Einfluß bei sonst übereinstimmender chemischer Zusammensetzung ein steigender Kieselsäuregehalt bei Graniten oder Tonaliten nimmt oder wie sich bei sonst ähnlicher Zusammensetzung der Ersatz von Kali durch Natron geltend macht, welchen Einfluß der Ersatz von Magnesia durch Eisenoxydul mit sich bringt usw.

Leider ist das Material für solche Fragen noch viel zu lückenhaft und ich konnte nur jenen Einfluß studieren, der sich durch die Stellung des Analysenpunktes im Osann'schen Dreieck zu erkennen gibt. Diese steht ja in Zusammenhang mit der Menge der lichten, spezifisch leichten, salischen Gemengteile im Verhältnis zu den dunklen, spezifisch schweren, femischen.

Ich ging dabei in ähnlicher Weise vor wie in der Untersuchung über die pazifischen und atlantischen Gesteine;[1] ich denke mir in dem Analysenpunkt im Osann'schen Dreieck das spezifische Gewicht als Ordinate aufgetragen und den Wald dieser Vertikalstrecken auf eine über der Dreieckseite AF errichtete Vertikalebene projiziert. Es erscheint dann das spezifische Gewicht als Funktion der Größe $a-f$, d. h. in seiner Abhängigkeit von dem Mengenverhältnis der Alkalifeldspatsubstanz (A) zu den in F vereinigten femischen Bestandteilen. Die Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes von der Menge der Anorthitsubstanz (C nach der Osann'schen Berechnungsmethode) kommt dabei nicht zum Ausdruck.

Es wurden nun aus den mir zugänglichen Zusammenstellungen von Gesteinsanalysen die mir tauglich erscheinenden ausgewählt, die Osann'schen Größen berechnet und nach der Größe $a-f$ geordnet. Bei der Berechnung wurde ein etwa vorhandener Tonerdeüberschuß über die Alkalienmenge (mit der entsprechenden Menge H_2O verbunden gedacht) zu A hinzugezählt.

[1] Tschermak's Min. Petr. Mitt., XXII, 209 (1903).

Nimmt man $a—f$ zur Abszisse, das spezifische Gewicht zur Ordinate, so zeigt sich bei den meisten Gesteinsgruppen ein deutliches Ansteigen des spezifischen Gewichtes mit der Abnahme der Größe $a\ f$. Die Enden der Ordinaten erfüllen einen mehr weniger breiten Streifen, der gegen das F-Ende hin ansteigt.

Es wurden nun aus den bei ähnlichen $a—f$ eingetragenen spezifischen Gewichten sowohl aus den $a—f$ als aus den spezifischen Gewichten das Mittel genommen. Auf diese Art erhielt ich eine Reihe von Punkten, die auf einer stetig ansteigenden Linie lagen.

Die Rechnung wurde gesondert geführt für Gesteine der pazifischen Sippe (Alkalikalkgesteine Rosenbusch) und für Gesteine der atlantischen Sippe (Alkaligesteine Rosenbusch). Leider ist die Zahl der brauchbaren Angaben für die letztere Gruppe recht klein, so daß die erlangten Resultate noch wenig Sicherheit bieten. Besser ist es mit der verbreiteten Normalreihe der Gesteine bestellt.

Das Verzeichnis der benutzten Analysen sowie die erzielten Mittelwerte sind im Anhang angeführt. Das Hauptresultat ist in der folgenden Tabelle, p. 271, und in der Fig. 1 dargestellt.

In Worten läßt sich das Verhalten des spezifischen Gewichtes zu der Stellung im Osann'schen Dreieck, besonders zur Größe $a—f$, folgendermaßen zusammenfassen:

Die mittleren spezifischen Gewichte für Granit steigen mit abnehmendem $a—f$ erst langsam, dann rascher an. An die Linie des Granits schließt sich, etwas steiler ansteigend, die Linie für Tonalit. Über der Tonalitlinie, aber merklich konvex gegen die Abszissenachse, folgt die Dioritlinie und in ungefähr gleichem Abstand, aber mehr gegen das femische Ende des Feldes verschoben und ebenfalls konvex gegen die Abszissenachse liegt die Gabbrolinie. Die Linie für Syenit schneidet, vom femischen Ende der Granitlinie ausgehend, die Dioritlinie und erreicht das salische Ende der Gabbrolinie. Für die Pyroxenite und Peridotite ergibt sich keine deutliche Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes von $a—f$. Die Mittelzahl aller brauchbaren Daten über dem Mittelwert $a—f$ aufgetragen,

liefert einen Punkt, der in der Verlängerung der Tangente an das femische Ende der Gabbrokurve liegt.

Wie schon erwähnt, reichen die vorhandenen Beobachtungen kaum aus, auch für die Alkaligesteine ähnliche Mittelzahlen zu berechnen. Doch sollen die wichtigsten Typen auf Grund der spärlichen vorhandenen Daten erörtert werden.

Hierbei zeigt sich folgendes: Typische Alkaligranite entsprechen nach den nicht sehr zahlreichen Angaben einem $a-f = 5$ bis 13. Die spezifischen Gewichte zeigen keinen bestimmten Gang, sie halten sich zwischen den Grenzen 2·62 und 2·64 und fallen somit sehr nahe an die Granitlinie der Hauptreihe.

Alkalisyenite (d. i. Pulaskite, Umptekite usw.) sind in etwas größerer Zahl vorhanden; die spezifischen Gewichte lassen andeutungsweise ein Ansteigen mit abnehmendem a f erkennen und die so entstehende Linie setzt die Syenitlinie der Hauptreihe nach unten fort.

Von Eläolithsyeniten (Foyaiten etc.) existiert eine ziemliche Anzahl von Bestimmungen, die ein sehr beträchtliches Schwanken des spezifischen Gewichtes hervortreten lassen; eine gute Beziehung zur Stellung im Osann'schen Dreieck, namentlich zur Größe $a-f$, tritt nicht hervor. Das mag seinen Grund zum Teil in der nicht ausreichenden Zahl der Bestimmungen haben, zum Teil in der leichten Zersetzbarkeit der Gesteine. Zum Teil ist sie aber dadurch begründet, daß das Osann'sche Dreieck chemische Unterschiede, die für diese Gruppe bedeutungsvoll sind und mit denen sich starke Unterschiede des spezifischen Gewichtes verknüpfen, nicht zum Ausdruck bringt. Vor allem ist hier das Verhältnis von Na zu K ins Auge zu fassen. Das Verhältnis Na : K hat sicher auf das spezifische Gewicht großen Einfluß, und zwar sollten Na-reiche Gesteine spezifisch schwerer sein. Dieses Verhältnis kommt in $a-f$ nicht zum Ausdruck.

In die Tabelle wurde die Mittelzahl der vorhandenen Daten aufgenommen, von der nur einige extreme Werte ausgeschlossen wurden. Das Mittel liegt unter der Granitlinie. Dies ist nicht zu verwundern, da Alkalifeldspat ($s = 2·55$

bis 2·62) und Nephelin ($s = 2·60$) ein niedrigeres spezifisches Gewicht geben müssen als Alkalifeldspat und Quarz ($s = 2·65$).

Von den an femischen Gemengteilen reicheren Eläolithsyeniten (Laurdalit, Brögger) liegt eine einzige Angabe vor. Sie zeigt merkliches Ansteigen gegen *F*. Das Maß ist aber unsicher.

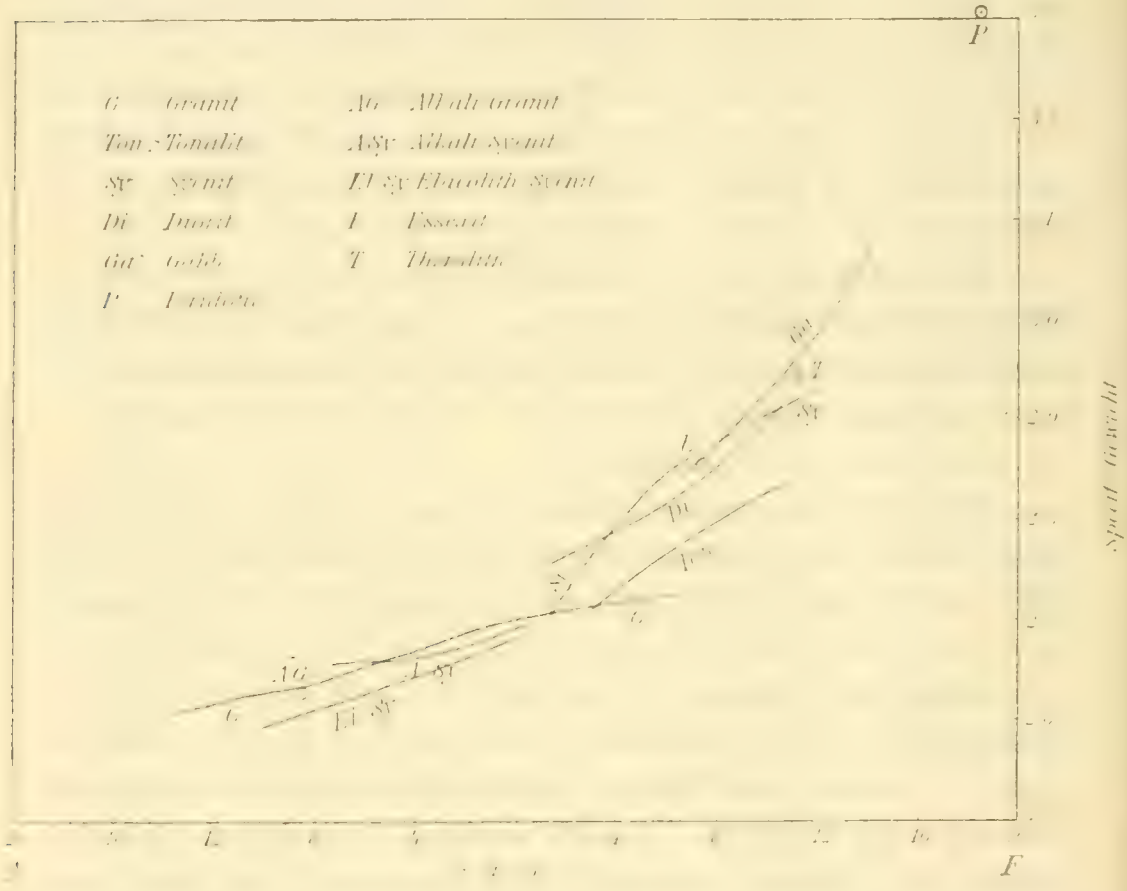


Fig. 1.

Gegen das femische Ende der Reihe würden sich an Eläolithsyenit anschließen: Essexit und Theralith. Aus den wenigen brauchbaren Angaben folgen Mittelwerte, die auf die Gabbrolinie fallen.

Diese Verhältnisse sind aus der Fig. 1 zu ersehen. Man erkennt, daß das spezifische Gewicht der nach der Größe $a-f$ geordneten Gesteine eine hyperbelähnliche, gegen die Abszissenachse konvexe Kurve liefert.

Die Mittelwerte für die Kurvenstücke der einzelnen Gesteinsarten sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

$a-f$	s
Granit	
13·54	2·609
10·42	2·625
7·80	2·638
5·74	2·654
3·06	2·678
— 1·42	2·702
— 7·0	2·723
Tonalit	
— 3·00	2·711
— 7·74	2·789
—10·86	2·837
Syenit	
— 1·44	2·703
— 4·86	2·817
— 7·52	2·869
—12·24	2·926
Diorit	
— 0·60	2·751
— 5·32	2·803
—10·60	2·913
Gabbro	
— 6·64	2·84
— 9·82	2·927
—12·23	2·991
—14·07	3·066
Pyroxenit und Peridotit	
—18·68	3·307

$a-f$	s
Alkaligranit	
8·56	2·630
Alkalisyenit	
7·92	2·646
3·46	2·664
— 0·64	2·694
Eläolithsyenit	
10·02	2·594
0·38	2·68
Essexit	
7·30	2·858
Theralith	
—11·30	2·904

Um den Vergleich mit den Zahlen von Daly zu ermöglichen, habe ich aus seinen Analysenmitteln die Osann'schen Zahlen berechnet. Nun kann man die von Daly angegebenen mittleren spezifischen Gewichte der einzelnen Typen mit jenem Teil meiner Kurven des spezifischen Gewichtes vergleichen, die gleichen Werten $a-f$ wie die Daly'schen Analysenmittel entsprechen. Dieser Vergleich ist allerdings nicht ganz streng, da nicht von allen Gesteinen, deren Analysen von Daly zum Mittel vereinigt wurden, Bestimmungen des spezifischen Gewichtes vorliegen.

Osann'sche Zahlen der von Daly gegebenen Analysenmittel.

	a	c	f	$a-f$	sp. Gew. (Daly)	sp. Gew. (Becke)	
Granit (4)[1]	9·3	3·8	6·9	2·4	2·660	2·682	
Granodiorit (28)	6·1	4·9	9·0	— 2·9	2·740	2·723	(Tonalit)
Syenit (13)	6·7	2·9	10·4	— 3·7	2·773	2·775	
Diorit (32)	3·8	4·3	11·9	— 8·1	2·861	2·855	
Gabbro (39)	1·8	4·5	13·7	—11·9	2·933	2·975	
Peridotit (57)	0·4	0·6	19·0	—18·6	3·176	3·307	(Pyroxenit u. Peridotit)
Nephelinsyenit (24)	11·4	0·2	8·4	3·0	2·600	2·655	
Essexit (59)	3·6	2·6	13·8	10·2	2·862	2·915	
Theralith (63)	3·7	1·3	15·0	—11·3	2·917	2·940	

Die beiden Zahlenreihen stimmen ziemlich gut überein; nur bei den Peridotiten gibt Daly einen wesentlich niedrigeren Wert an. Dies kommt jedenfalls daher, daß er mehrere Serpentine in das Mittel aufnahm, die ich ausgeschlossen habe, da der Wassergehalt als Folge späterer Veränderung anzusehen ist. Der Unterschied bei Granodiorit und Tonalit rührt wohl daher, daß die verglichenen Gesteinsgruppen nicht völlig identisch sind.

Eine Aufklärung ist noch zu geben, wieso es kommt, daß die Kurve des spezifischen Gewichtes die eigentümliche hyperbolische Form hat, daß, in Worten ausgedrückt, das spezifische Gewicht mit der Abnahme der Größe $a-f$ anfangs langsamer, dann rascher ansteigt. Es liegt dies an der besonderen Art, wie Osann die Molekelgruppen zählt, die er zur Charakterisierung der chemischen Zusammensetzung der Gesteine verwendet. Die Molekelgruppen A, C und F haben einen sehr verschiedenen Gewichtswert, wie sich aus folgender Gegenüberstellung ergibt:

	Molekulargewicht
$A = K_2O.Al_2O_3$	196·5
$Na_2O.Al_2O_3$	164·2
$C = CaO.Al_2O_3$	158·2
$F = CaO$	72
MgO	40·36
FeO	56

[1] Die eingeklammerte Zahl verweist auf die entsprechend bezeichnete Nummer in Daly's Publikation.

Man sieht, das Maß, nach dem A gezählt wird, ist drei- bis viermal so groß als jenes, nach dem F gezählt wird. Ein Gestein, für welches $A = F$ nach Osann'scher Zählung, also $a-f=0$, der Mitte der Linie AF entsprechend, enthält dem Gewichte nach drei- bis viermal mehr Alkalitonerde als Monoxyde und muß demnach ein spezifisches Gewicht haben, das dem spezifischen Gewicht der Alkalifeldspate, respektive der Feldspatvertreter viel näher kommt als dem spezifischen Gewicht der durch F charakterisierten dunklen Gemengteile.

Man würde eine viel einfachere, fast lineare Beziehung zwischen der Stellung im Dreieck und dem spezifischen Gewicht erhalten, wenn bei der Zählung der Atomgruppen mehr auf atomistische Gleichartigkeit gesehen würde.

Ich berechnete aus der Analyse die Menge der Atomgruppen $AlK+AlNa = A_0$, $CaAl_2 = C_0$, $Ca_2+Mg+Fe_2 = F_0$. Die Gewichte dieser Atomgruppen sind weniger stark untereinander verschieden, ob man nun die Metallatome in Rechnung stellt oder die entsprechenden Sauerstoffatome hinzuzählt.

$A_0 =$ KAl	66·25	$KAlO_2$ ..... 98·25
NaAl	50·15	$NaAlO_2$ ..... 82·15
$C_0 =$ $CaAl_2$	110·2	$CaAl_2O_4$ ..... 158·2
$F_0 =$ Fe_2	111·8	2 FeO ..... 143·8
Mg_2	48·72	2 MgO ..... 80·72
Ca_2	80·2	2 CaO ..... 112·2

Unter Zugrundelegung der Größen A_0, C_0, F_0, beziehungsweise ihrer Verhältniszahlen

$$a_0 = \frac{A_0}{A_0+C_0+F_0} \quad c_0 = \frac{C_0}{A_0+C_0+F_0} \quad f_0 = \frac{F_0}{A_0+C_0+F_0}$$

erhält man eine Gruppierung der Analysenpunkte im Projektionsdreieck, welche der nach nach ACF (oder acf) ganz ähnlich ist, nur sind die Punkte alle etwas von F fort- und gegen A hingerückt. Die Verschiebung ist gering in der Nähe der Ecken A und F, sie ist am stärksten in der mittleren Region längs der Linie AF und nimmt gegen das C-Eck ab.

Bei der Berechnung der Größen $a_0 c_0 f_0$ und weiterhin der Differenz $a_0 - f_0$ sah ich von der ganz willkürlichen Multiplikation mit 20 ab, die Osann für seine Verhältniszahlen $a c f$ eingeführt hat. Dort glaubte ich sie beibehalten zu sollen, da sehr viele Analysen nach diesem Schema berechnet sind und der Vergleich mit anderen Angaben dadurch erleichtert wird. Hier liegen noch keine mit diesem willkürlichen Faktor behafteten Angaben vor; daher glaubte ich hier die einfachere Rechnung beibehalten zu können. Die Zahlen $a_0 c_0 f_0$ sind echte Brüche und kleiner als 1. Um nicht überall die Null mitschleppen zu müssen, multipliziere ich mit 10 und gebe zwei Dezimalen, von denen die zweite nach der Natur der Angaben ganz unsicher ist.

Im Falle bei der Verrechnung der Alkalien auf Tonerde ein Tonerdeüberschuß bleibt, ist auch hier das Aluminium unter Zurechnung von einem Atom Wasserstoff zu A geschlagen.

Im folgenden gebe ich die Mittelwerte von $a_0 - f_0$ und des spezifischen Gewichtes.

$a_0 - f_0$		$a_0 - f_0$	
Granit		**Alkaligranit**	
9·01	2·615	8·25	2·630
8·03	2·626		
7·03	2·650		
6·04	2·675		
5·09	2·691		
4·09	2·704		
2·83	2·723		
Tonalit		**Eläolithsyenit**	
3·63	2·711	8·23	2·594
0·81	2·789	5·57	2·68
—0·91	2·834		
Syenit		**Alkalisyenit**	
4·89	2·701	8·00	2·646
3·50	2·769	6·54	2·664
1·90	2·858	5·54	2·686
—1·90	2·926	4·74	2·729

Diorit		Essexit	
4·39	2·751	2·00	2·858
2·70	2·803		
—0·46	2·908		
—1·09	2·933		
Gabbro		**Theralit**	
0·75	2·837	0·07	2·940
—1·28	2·917		
—2·52	2·979		
—4·09	3·025		
Pyroxenit und Peridotit			
—8·33	3·307		

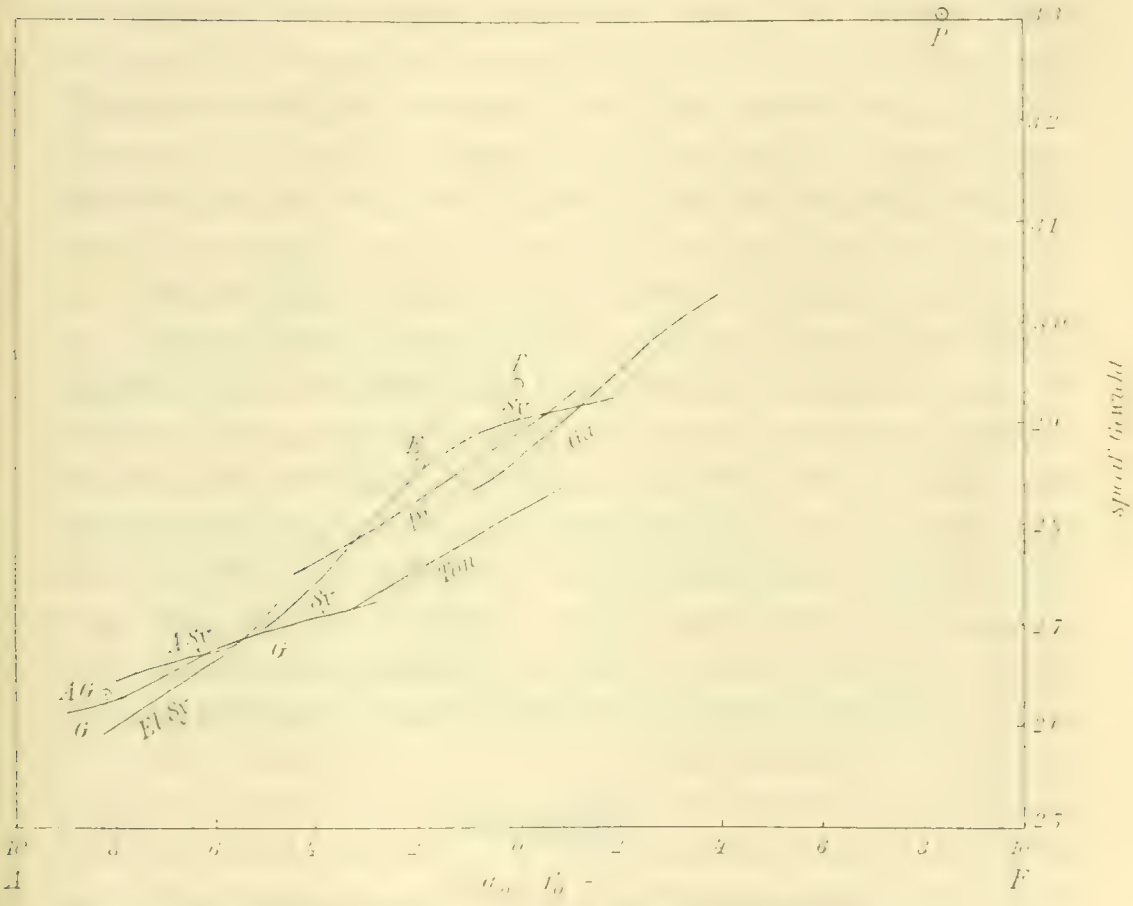


Fig. 2.

Die Fig. 2 zeigt das Liniensystem, das bei dieser Art der Berechnung herauskommt. Man bemerkt folgendes: Die spezifischen Gewichte von Eläolithsyenit, Essexit, Theralith und Peridotit liegen auf einer Geraden. Die spezifischen Gewichte der

alkalireichen (salischen) Granite liegen über dieser Linie, ebenso die der Alkalisyenite. Dagegen fallen die Gabbros, Diorite, normalen Syenite und am meisten die Tonalite unter diese Linie.

Die Granitlinie setzt sich unmittelbar in die Tonalitlinie fort. Bei der Abszisse $a_0 - f_0 = 2 \cdot 5$ liegen alle ermittelten Linien sehr nahe beisammen. Die mittlere Linie des spezifischen Gewichtes ist aber auch hier nicht geradlinig, sondern schwach gekrümmt. Dies rührt wohl davon her, daß die aus F hervorgehenden dunklen Gemengteile am salischen Ende spezifisch leichter sind (Biotit) als am femischen (Pyroxen, Olivin).

Die verschiedene Stellung der Normalreihe (Alkalikalkgesteine, pazifische Sippe) und der Alkaligesteine (atlantische Sippe) scheint bei dieser Darstellung besser zum Vorschein zu kommen, und zwar würden die meisten atlantischen Gesteinstypen mit Ausnahme der Eläolithsyenite ein höheres spezifisches Gewicht haben als die in bezug auf die Größe $a_0 - f_0$ gleichstelligen pazifischen Typen. Zum Teil ist das dadurch zu erklären, daß hier unter A auch solche Atomgruppen wie $NaFe'''O_2$ mitgezählt werden, die in die Alkalipyroxene und Alkalihornblenden eingehen, deren spezifisches Gewicht das der sonst aus A hervorgehenden Alkalifeldspate und Feldspatvertreter wesentlich übertrifft. Diese Erklärung des höheren spezifischen Gewichtes ist unmittelbar gegeben bei einigen Alkaligraniten, wo die Rechnung nach Osann zur Aufstellung dieser Atomgruppen geradezu nötigt. Für die femische Abteilung der atlantischen Typen führt die Rechnung nach Osann nicht notwendig zu dieser Atomgruppierung. Dennoch dürfte auch hier tatsächlich etwas Ähnliches stattfinden, d. h. die dunklen Gemengteile dürften reicher an Alkali sein und damit der in A zusammengefaßte Anteil des Gesteins zum Teil ein höheres spezifisches Gewicht erfordern als bei den Normaltypen. Ich habe schon in der Arbeit über atlantische und pazifische Sippe der Erstarrungsgesteine darauf hingewiesen, daß die femischen Glieder dieser Reihe oft einen anorthitreicheren Plagioklas führen, als man nach der geringen Größe von c vermuten würde. Dies kann so gedeutet werden, daß die Alkalien in Gesteinen mit unzureichendem Aluminiumgehalt nicht die gesamte, nach dem Schema ihnen zugerechnete

Menge von Tonerde binden, daß ein Teil des Aluminiums, an Kalk gebunden, zu Anorthitsubstanz wird und eine teilweise Bindung von Alkalien an Fe''' stattfindet. Die nach dem Schema berechnete Menge von A_0 enthält dann größere Anteile von Substanzen, die, in Alkalipyroxenen und -hornblenden steckend, höheres spezifisches Gewicht herbeiführen. Zu einem kleineren Anteil ist das wohl auch in der Normalreihe der Fall, indem die Alkalien, namentlich K, an Fe''' gebunden, im Biotit stecken. Die atlantischen Gesteine sind also unter anderem dadurch ausgezeichnet, daß ein größerer Anteil ihres Alkaligehaltes in spezifisch schweren Gemengteilen gebunden ist als bei den pazifischen Typen.

Die vorstehend mitgeteilten Mittelwerte des spezifischen Gewichtes der vollkrystallinen Erstarrungsgesteine sind nun in mehrfacher Hinsicht wichtig. Abgesehen von ihrer Verwendung als diagnostisches Merkmal bei der Bestimmung solcher Gesteine, deren chemische Zusammensetzung unbekannt ist, können sie nun auch mit Vorteil zur Prüfung des Volumgesetzes bei krystallinen Schiefern Verwendung finden. Dies soll an anderer Stelle geschehen. Hier genüge der Hinweis, daß z. B. von Gneisen, deren Abkunft von Erstarrungsgesteinen sichersteht und deren Analysen in Grubenmann, Kryst. Schiefer, 2. Aufl., p. 158, genannt sind, 14 ein höheres und 4 ein niedrigeres spezifisches Gewicht haben, als die Kurve für Granit erfordert. Von Eklogiten und Amphiboliten haben nach derselben Quelle 9 ein höheres, 5 ein niedereres Gewicht, als die Gabbrokurve verlangt und die negativen Abweichungen sind wesentlich kleiner als die positiven.

I. Granit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Aplit. Kirnecktal. — An. von Unger. H. Rosenbusch, Steiger Schiefer, p. 279.
2. Lithionitgranit. Kl. Kornberg, Fichtelgebirge. — An. A. Böttger, F. Sandberger, Sb. Münch. Ak., XVIII, p. 466 (1888). — Wash., p. 152, Nr. 71.
3. Orrs Gully, Dargo, Victoria, Australien. Aplit. — An. A. W. Howitt. Transact. R. Soc. Victoria, 1887. — Wash., p. 172, Nr. 122. — Osann, Nr. 885.

4. Granit. Chywoon Morvah, Cornwall. — An. J. A. Phillips. J. J. H. Teall, Brit. Petr., p. 314 (1898). — Wash., p. 142, Nr. 1.
5. Schneeberg, Fichtelgebirge. Porphyrartiger Granit. Böttger, Mitt. pharm. Institut Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 56.
6. Granit. Lestiware, Umptek, Finnland. — An. Berghell. W. Ramsay, Fennia, XI, p. 72 (1894). — Wash., p. 168, Nr. 86.
7. Granit. Botallack, Cornwall. — An. Phillips. J. J. H. Teall, Brit. Petr., p. 314 (1888). — Wash., p. 126, Nr. 17.
8. Meineckenberg, Harz. Porphyrartiger Granit. Hampe bei Lossen, Z. D. G. G., 1888. — Wash., p. 152, Nr. 70. — Osann, Nr. 29.
9. Granit. Gierniger Loch, Baden. — An. M. Dittrich. F. Schalek, G. Sp. K. Baden. Blatt Peterstal, p. 33 (1895). — Wash., p. 152, Nr. 67.
10. Granit. Griesbach, Peterstal. — An. Thürach. F. Schalch, G. Sp. K. Baden, Blatt Peterstal, p. 31 (1895). — Wash., p. 154, Nr. 17.
11. Reintal bei Taufers. Tonalit-Aplit. Analyse von Pfohl noch nicht publiziert.
12. Epprechstein, Fichtelgebirge. Granit. — Böttcher, Mitt. pharm. Inst. Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 55.
13. Granit. Elk Peak, Castle Mountain, Montana. — An. L. V. Pirsson, Weed and Pirsson, B. U. S. G. S., *139*, p. 84 (1896). — Wash., 148, Nr. 31.
14. Rehberg, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 774.
15. Lithionit-Granit. Luisenburg, Fichtelgebirge. F. v. Sandberger, Sb. Münch. Akad., XVIII, p. 466 (1888). — Wash., p. 168, Nr. 94. Osann, Nr. 58.
16. Granit. Bad Vermillion Lake. — An. W. Lawson, A. P. Coleman, J. G., IV, p. 909 (1896). — Wash., p. 136, Nr. 2.
17. Granit. Hauzenberg. — An. Wittstein. Gümbel, Beschreib. des Ostbair. Grenzgebirges, p. 305.
18. Granit. Millstone Point, Connecticut. — An. H. T. Vulté, J. F. Kemp, B. G. S. A., X, p. 375 (1899). — Wash., p. 158, Nr. 9.
19. Meineckenberg, Ilsetal, Harz. Granit. — An. Schilling, C. W. C. Fuchs. N. J. Min., 1862, 775.
20. Granit. Maissau, Niederösterreich. — An. F. Mocker, T. M. P. M., *29*, p. 342 (1910).
21. Ilsetal, Gruhebeck, Harz. Granit. C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 775.
22. Ockertal, Ziegenrücken, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 778.
23. Granit. Melibocus. — Chelius, Notizblatt f. Erdkunde, Darmstadt, Heft 14 1893.
24. Reutberg bei Gefrees, Fichtelgebirge. Granit. — Böttger, Mitt. Pharm. Inst. Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 54.
25. Ströhlenberg bei Redwitz, Fichtelgebirge. Granit. — Böttger, Mitt. Pharm. Inst. Erlangen, 1889. — Osann, Nr. 57.
26. Granit. Plaka, Laurion, Attika. — R. Lepsius, Geologie von Attika, p. 89 (1893). — Wash., p. 140, 12.
27. Granit. Conanicut Island, Rhode Island. — An. L. V. Pirsson, A. J. Sc., *46*, p. 373 (1893). — Wash., p. 158, Nr. 8.

28. Ilsetal, Meineckenberg, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 774.
29. Granit. Carmelo Bay, Californien. — An. J. Posada. A. C. Lawson, B. G. Dep. Univ. Cal., I, p. 16 (1893). — Wash., p. 188, Nr. 36.
30. Brockengipfel, Harz. Granit. — C. W. C. Fuchs, N. J. Min., 1862, 773.
31. Granit. Mühlberg bei Steinau. — C. Chelius, N. J., 1884, II, p. 419. — Wash., p. 180, Nr. 68.
32. Granitit. Landsberg bei Barr. — H. Rosenbusch, Steiger Schiefer, 1877, p. 147.
33. Wengenwiese, Heuweg, Hessen. Granit. — An. F. W. Schmidt. C. Chelius, Erl. zur geol. Karte von Hessen, Bl. I, Roßdorf. — Wash., p. 138, Nr. 3. Enorm hoher SiO_2-Gehalt!
34. Gruhe, Harz. Granit-, orthoklas- und biotitreich, quarzarm. — An. Lorenz. Lossen, Jahrb. preuß. geol. L. A., 1890. — Osann, Nr. 33.
35. Sudbury, Ontario. Granit. — An.? T. L. Walker, Q. J. G. S., *53*, 56 (1897). — Wash., p. 218, Nr. 1.
36. Sudbury, Ontario. Granit. — An.? T. L. Walker, Q. J. G. S., *53*, 56 (1897). — Wash., p. 224, Nr. 1.
37. Laveline, Vogesen. Pyroxengranit. — An. Van Werveke. Merian, N. J. Min., B. B. III.

Tabelle I: Granit.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1	Kirnecktal (Aplit)	16·30	1·98	1·72	14·58	2·614
2	Kl. Kornberg	16·90	0·64	2·46	14·44	2·662
3	Orrs Gully (Aplit)	17·00	0	3·00	14·00	2·611
4	Chywoon Morvah	16·20	1·08	2·72	13·48	2·62
5	Schneeberg	15·64	1·54	2·82	12·82	2·669
6	Lestiware.....	14·32	3·46	2·22	12·10	2·59
7	Botallack	15·58	0·56	3·86	11·72	2·66
8	Meineckenberg	14·28	2·32	3·40	10·88	2·605
9	Gieringer Loch	14·70	1·48	3·84	10·86	2·602
10	Griesbach	14·68	1·46	3·86	10·82	2·624
11	Taufers (Aplit)	12·0	5·6	2·4	9·60	2·626
12	Epprechtstein	14·26	0·94	4·80	9·46	2·665
13	Elk Peak	13·56	1·02	5·42	8·14	2·62
14	Rehberg	13·04	1·84	5·12	7·92	2·60
15	Luisenburg	12·38	2·68	4·96	7·42	2·664
16	Bad Vermillion Lake..	11·46	4·38	4·16	7·30	2·65
17	Hauzenberg.....	12·72	1·76	5·52	7·20	2·656
18	Millstone Point	12·40	2·40	5·20	7·20	2·66
19	Meineckenberg	12·12	2·62	5·26	6·86	2·56
20	Maissau	10·90	4·40	4·70	6·20	2·65
21	Gruhebeck	11·46	2·96	5·58	5·88	2·67
22	Ziegenrücken.....	11·22	2·76	6·02	5·20	2·619
23	Melibocus	9·82	4·94	5·24	4·58	2·677

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
24	Gefrees	10·54	3·30	6·16	4·38	2·668
25	Ströhlenberg	10·82	2·70	6·50	4·32	2·681
26	Plaka	9·10	5·86	5·04	4·06	2·680
27	Conanicut Island	10·00	3·82	6·18	3·82	2·690
28	Meineckenberg	9·66	4·40	5·94	3·72	2·58
29	Carmelobay	8·98	5·72	5·28	3·70	2·68
30	Brocken	10·60	2·00	7·40	3·20	2·62
31	Mühlberg	9·66	3·70	6·64	3·02	2·665
32	Barr	7·90	5·10	7·00	0·90	2·68
33	Wengenwiese	7·12	4·92	7·96	—0·84	2·667
34	Grube	8·80	0·62	10·58	—1·78	2·723
35	Sudbury	7·96	2·12	9·92	—1·96	2·724
36	Sudbury	7·16	2·94	9·90	—2·74	2·709
37	Laveline	6·0	1·0	13·0	—7·0	2·723

Aus dieser Tabelle leiten sich nun folgende Mittelwerte ab:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1—4	16·60	0·92	2·48	14·12	2·627
5—7	15·18	1·86	2·76	12·42	2·640
8—12	13·98	2·36	3·66	10·32	2·624
13—18	12·60	2·34	5·06	7·54	2·642
19—22	11·42	3·18	5·40	6·02	2·625
23—31	9·92	4·04	6·04	3·88	2·671
32—36	7·78	3·14	9·08	—1·30	2·701
37	6·0	1·0	13·0	—7·0	2·723

Der unregelmäßige Gang in der ersten Hälfte der Reihe liegt augenscheinlich an einigen sehr stark abweichenden Werten für das spezifische Gewicht, die aus der Reihe auffallend herausfallen und bei der geringen Zahl der verfügbaren Daten die Mittelzahlen ungünstig beeinflussen. Es sind das die auffallend hohen Zahlen, die für die an *F* sehr armen Fichtelgebirgsgranite angegeben werden, ferner einige auffallend niedere Zahlen für Granite aus dem Harz. Läßt man diese fünf extremen Werte weg[1] und vereinigt die erste und zweite Gruppe der voranstehenden Tabelle, so erhält man folgende Mittelwerte:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a—f*	*s*
1—6	15·96	1·62	2·42	13·54	2·609
8—12	13·98	2·36	3·66	10·32	2·624
13—18	12·60	2·34	5·06	7·54	2·642
20—22	11·20	3·38	5·42	5·78	2·646
23—31	9·94	4·00	6·06	3·84	2·683
32—36	7·78	3·14	9·08	—1·30	2·701
37	6·0	1·0	13·0	—7·0	2·723

[1] Es sind die Nummern 2, 5, 7, 19 und 28 der Tabelle auf p. 279 und 280.

Nach einer vielfach geübten Methode kann man die erhaltenen Mittel noch verbessern, indem man, wenn $a\ b\ c$ drei aufeinander folgende Zahlen der Reihe bedeuten, statt b einsetzt $(a + 2\,b + c) : 4$. Diese Ausgleichung, die ich indessen nur für die Größen $a - f$ und s ausgerechnet habe, gibt dann folgende Zahlenreihe:

$a - f$	13·54	10·42	7·80	5·74	3·06	—1·42	—7
s	2·609	2·625	2·638	2·654	2·678	2·702	2·723

Bei Berechnung der Analysen nach der neuen, im Text vorgeschlagenen Methode: $A_0 = R'Al O_2$, $C_0 = Ca Al_2O_4$, $F_0 = R_2''O_2$ erhält man folgende Tabelle, in welcher die Summe von $a_0 + c_0 + f_0$ nicht 20 wie bei Osann, sondern 10 ist; auch hier ist der Überschuß von Al über die Alkalien unter Anrechnung von H zu A_0 geschlagen.

Tabelle II: Granit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	$a_0 - f_0$	s
1 (3)[1]	Orrs Gully	9·20	0·80	0	9·20	2·611
2	Kl. Kornberg	9·46	0·18	0·36	9·10	2·662
3 (1)	Kirneck	9·19	0·56	0·25	8·94	2·614
4	Chywoon Morvah...	9·29	0·31	0·40	8·89	2·62
5	Schneeberg	9·14	0·45	0·41	8·73	2·669
6 (7)	Botallack	9·28	0·16	0·56	8·72	2·66
7 (10)	Griesbach.....	8·96	0·44	0·60	8·36	2·624
8 (9)	Gieringer Loch	8·95	0·45	0·60	8·35	2·602
9 (6)	Lestiware.....	8·61	1·04	0·35	8·26	2·59
10 (8)	Meineckenberg	8·75	0·71	0·54	8·21	2·605
11 (12)	Epprechstein	8·95	0·30	0·75	8·20	2·665
12 (13)	Elk Peak	8·80	0·32	0·88	7·92	2·62
13 (14)	Rehberg	8·55	0·60	0·85	7·70	2·60
14 (17)	Hauzenberg	8·50	0·58	0·92	7·58	2·656
15	Luisenburg	8·29	0·88	0·83	7·46	2·664
16 (18)	Millstone Point	8·32	0·81	0·87	7·45	2·66
17 (11)	Taufers	7·80	1·81	0·39	7·41	2·626
18 (19)	Meineckenberg	8·22	0·89	0·89	7·33	2·56
19 (16)	Bad Vermillion Lake.	7·80	1·47	0·73	7·07	2·65
20 (21)	Gruhebeck.....	8·00	1·03	0·97	7·03	2·67
21 (22)	Ziegenrücken	7·98	0·94	1·08	6·90	2·619
22 (20)	Maissau	7·64	1·54	0·82	6·82	2·65
23 (25)	Ströhlenberg	7·85	0·97	1·18	6·67	2·681
24	Gefrees.....	7·68	1·20	1·12	6·56	2·668

[1] Die eingeklammerte Ziffer bedeutet hier und in der Folge in den Tabellen über $a_0 c_0 f_0$ die Nummer in der vorhergehenden Tabelle der Größen $a\ c\ f$.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
25 (30)	Brocken	7·89	0·74	1·37	6·52	2·62
26 (27)	Conanicut	7·43	1·42	1·15	6·28	2·690
27 (23)	Melibocus	7·21	1·82	0·97	6·24	2·677
28	Meineckenberg	7·24	1·66	1·10	6·14	2·58
29 (31)	Mühlberg	7·32	1·40	1·28	6·04	2·665
30 (29)	Carmelobai	6·80	2·18	1·02	5·78	2·68
31 (34)	Grube	7·49	0·27	2·24	5·25	2·723
32	Barr	6·49	2·08	1·43	5·06	2·68
33 (26)	Plaka	5·92	2·82	1·21	4·76	2·68
34 (33)	Wengenwiese	6·13	2·12	1·75	4·38	2·667
35	Sudbury	6·45	1·33	2·22	4·23	2·709
36	Sudbury	6·56	1·03	2·41	4·15	2·724
37	Laveline	6·16	0·51	3·33	2·83	2·723

Aus dieser Tabelle ergeben sich durch Zusammenfassung folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—6	9·26	0·41	0·33	8·93	2·639
7—14	8·76	0·55	0·69	8·07	2·620
15—25	7·95	1·12	0·93	7·02	2·643
26—30	7·20	1·70	1·10	6·10	2·658
31—33	6·65	1·72	1·63	5·02	2·694
34—36	6·38	1·49	2·13	4·25	2·700
37	6·16	0·51	3·33	2·83	2·723

Unter Weglassung derselben fünf extremen und abweichenden Zahlen erhält man folgende Zahlen:

1—4	9·23	0·56	0·21	9·01	2·615
7—14	8·76	0·55	0·69	8·07	2·620
15—25	7·92	1·14	0·94	6·98	2·651
26—30	7·19	1·70	1·11	6·08	2·678
31—33	6·65	1·72	1·63	5·02	2·694
34—36	6·38	1·49	2·13	4·25	2·700
37	6·16	0·51	3·33	2·83	2·723

und nach dem oben angegebenen Ausgleichsverfahren:

$a-f$	9·01	8·03	7·03	6·04	5·09	4·09	2·83
s	2·615	2·626	2·650	2·675	2·691	2·704	2·723

Diese Werte sind in Fig. 2 graphisch dargestellt.

II. Tonalit (Quarzglimmerdiorit und Quarzdiorit).

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Quarzglimmerdiorit von Zinsnock (Analyse von Pfohl noch nicht mitgeteilt).
2. Quarzglimmerdiorit. Ensay Omeo, Victoria. — An. A. W. Howitt, Tr. R. Soc. Vict., XXII, p. 99 (1886). — Wash., p. 230, Nr. 26.
3. Tonalit. Aviosee. — An. G. vom Rath, Z. D. G. G., XVI, p. 247 (1864). — Wash., 242, Nr. 102. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 167, Nr. 11.
4. Tonalit. Reinwald (Analyse von Pfohl noch nicht mitgeteilt).
5. Quarzaugitdiorit. Lampersdorf. — An. W. Hampe. E. Dathe, Jb. Pr. G. L. A., VII, p. 331 (1887). — Wash., 282, Nr. 87.
6. Quarzglimmerdiorit. Tambo River, Omeo, Victoria. — An. A. W. Howitt, Tr. R. Soc. Vict., XX, p. 31 (1884). — Wash., 230, Nr. 27.
7. Augittonalit. Ole Padde, Harz. — An. F. Steffen. K. A. Lossen, Jb. Pr. G. L. A., X, p. 290 (1892). — Wash., 226, Nr. 2.

Tabelle III: Tonalit.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1	Zinsnock	5·90	6·40	7·70	— 1·80	2·668
2	Ensay	7·30	2·68	10·02	— 2·72	2·74
3	Aviosee	5·54	4·48	9·98	— 4·44	2·724
4	Reinwald	3·90	6·80	9·30	— 5·40	2·790
5	Lampersdorf ...	3·66	3·80	12·54	— 8·88	2·798
6	Tambo River ...	3·20	4·70	12·10	— 8·90	2·779
7	Ole Padde	2·66	3·84	13·52	—10·86	2·837

Aus dieser kleinen Tabelle lassen sich folgende Mittelzahlen ableiten:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1—3	6·24	4·52	9·24	— 3·00	2·711
4—6	3·58	5·10	11·32	— 7·74	2·789
7	2·66	3·84	13·52	—10·86	2·837

Sie liefern eine fast gerade Linie, die etwas steiler als die Granitlinie aufsteigt.

Führt man hier die Zählung nach A_0, C_0, F_0 ein, so erhält man folgende Tabelle (die Reihenfolge bleibt fast ungeändert):

Tabelle IV: Tonalit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0—f_0	*s*
1	Zinsnock	5·36	2·89	1·75	3·61	2·668
2	Ensay.....	6·55	1·20	2·25	4·30	2·74
3	Aviosee	5·39	2·18	2·43	2·96	2·724
4	Reinwald	4·06	3·52	2·42	1·64	2·790
5	Lampersdorf	4·20	2·18	3·62	0·58	2·798
6	Tambo River.....	3·74	2·74	3·52	0·22	2·779
7	Ole Padde	3·34	2·41	4·25	— 0·91	2·837

Hieraus die Mittelzahlen:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—3	3·77	2·09	2·14	3·63	2·711
4—6	4·00	2·81	3·19	0·81	2·789
7	3·34	2·41	4·25	— 0·91	2·837

III. Syenit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Quarzmonzonit. San Miguel Peak, Telluride, Colorado. — An. H. N. Stokes. W. Cross, Telluride folio, U. S. G. S., p. 6 (1899). — Wash., p. 164. Nr. 47.
2. Dioritischer Syenit. Cottonwood Creek, Castle Mountains, Montana. — An L. V. Pirsson. Weed and Pirsson, B. U. S. G. S., 139, p. 88 (1896). — Wash., p. 260, Nr. 7. Einschluß in Granit.
3. Hornblendesyenit. Plauen'scher Grund bei Dresden. — An. H. S. Washington, Am. J., *22*, p. 132 (1906). Mittelzahlen.
4. Syenit. Lindenberg, Hessen. — An. F. W. Schmidt. C. Chelius, Erl. G. K. von Hessen, I. Bl. Roßdorf, p. 54 (1886). — Wash., p. 264. Nr. 3.
5. Hornblendesyenit. Biella, Piemont. — A. Cossa, Mem. Accad. d. sc. Torino (2), B. 18, p. 28. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 6.
6. Hornblendesyenit. Follmersdorf, Schlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890, I, p. 212. — Wash., p. 222, Nr. 1.
7. Glimmersyenit. Neudeck, Schlesien. — An. H. Traube, N. H., 1890, I, p. 225. — Wash., p. 258, Nr. 36.
8. Syenit. Wachberg bei Droschkau, Schlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890, I, p. 218. — Wash., p. 230, Nr. 19.
9. Hornblendesyenit. Piz Giuf, Etzlital, Schweiz. — An. F. Weber, Beitr. z. Geol. K. der Schweiz, N. F., Lief. 14. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 7.
10. Augitglimmersyenit mit Hornblende und rhombischem Pyroxen. North Fork des Turkey Creek, Jefferson County, Denver Bassin, Colorado, U. S. A. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 4.
11. »Monzonit«. Babcock Peak, La Plata Mountains, Colorado U. S. A. — An. H. N. Stokes. W. Cross, B. U. S. G. S., 168, p. 162 (1900). — Wash., p. 276, Nr. 37.
12. Pyroxensyenit. Gröba, Sachsen. — An. Wolfrum. Klemm, Geol. Karte von Sachsen, Sekt. Riesa-Strehla, 1889.
13. Hornblendesyenit. Reichenstein, Schlesien. — H. Traube, N. Jb., 1890, I, p. 206.

14. Hornblendesyenit mit Augit. Zwischen Niederhannsdorf und Neudeck, Niederschlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890, I, p. 220. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 9.
15. Glimmersyenit. Gieringer Loch. — An. M. Dittrich, F. Schalch, Geol Sp. K. von Baden, Bl. Peterstal, p. 33 (1895). — Dunkler Teil eines gemischten Ganges. Lamprophyrisch, sehr biotitreich. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 121, Nr. 3*a*.
16. Hornblendesyenit. Neudeck, Schlesien. — An. H. Traube, N. Jb., 1890, I, p. 222. — Wash., p. 230, N. 21.

Diese Analysen liefern folgende berechnete Werte:

Tabelle V: Syenit.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1	S. Miguel Peak	8·68	3·46	7·86	0·82	2·720
2	Cottonwood Creek ..	8·50	3·08	8·42	0·08	2·67
3	Plauen'scher Grund..	7·52	2·82	9·66	— 2·14	2·730
4	Lindenberg	7·48	2·58	9·94	— 2·46	2·684
5	Biella	6·00	4·48	9·52	— 3·52	2·710
6	Follmersdorf	6·60	2·74	10·66	— 4·06	2·864
7	Neudeck.....	6·32	2·76	10·92	— 4·60	2·74
8	Waschberg	5·28	4·48	10·24	— 4·96	2·899
9	Piz Giuf	6·60	0·96	12·44	— 5·84	2·92
10	Turkey Creek	4·68	4·50	10·82	— 6·14	2·857
11	Babcock Peak	3·94	4·60	11·46	— 7·52	2·767
12	Gröba.....	4·32	3·80	11·88	— 7·56	2·867
13	Reichenstein	5·24	1·62	13·14	— 7·90	2·901
14	Nieder-Hannsdorf ..:	4·40	2·74	12·86	— 8·46	2·952
15	Gieringer Loch	3·78	1·04	15·18	—11·40	2·696
16	Neudeck.....	2·18	3·38	14·42	—12·24	2·926

Diese Liste zeigt ein sehr starkes Schwanken der Werte von *s*, stärker als bei den Graniten; faßt man die gleichstelligen Punkte zusammen, so ergeben sich (mit Ausschluß von 12 und 15) folgende Mittelwerte:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1—5	7·64	3·28	9·08	— 1·44	2·703
6—9	6·20	2·74	11·06	— 4·86	2·817
11—15	4·56	3·36	12·08	— 7·52	2·869
16	2·18	3·38	14·42	—12·24	2·926

Nr. 15 erweist sich ganz aberrant. Nr. 12, das von normaler Syenitzusammensetzung so stark abweicht (Gröbatypus, Rosenbusch), daß Osann

dieses Gestein neuerlich gar bei Gabbro einreiht, und das deshalb vom Mittel ausgeschlossen wurde, reiht sich in die Linie ziemlich gut ein. Sehr auffallend sind die durchweg hohen Zahlen für das spezifische Gewicht der Gesteine des schlesischen Syenitgebietes. Im ganzen bekommt man den Eindruck, daß der Syenitbegriff noch mangelhaft definiert und schlecht begrenzt ist. Für viele Syenittypen fehlt es an guten Bestimmungen.

Bei Einführung der Werte A_0, C_0, F_0 ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle VI: Syenit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	S. Miguel Peak	6·99	1·41	1·60	5·39	2·720
2	Cottonwood Creek ..	6·99	1·27	1·74	5·25	2·67
3	Plauen'scher Grund..	6·63	1·24	2·13	4·50	2·730
4	Lindenberg	6·64	1·14	2·22	4·42	2·684
5 (6)[1]	Follmersdorf	6·20	1·29	2·51	3·69	2·864
6 (7)	Neudeck.....	6·05	1·33	2·62	3·43	2·74
7 (9)	Piz Giuf.....	6·48	0·47	3·06	3·42	2·764
8 (5)	Biella	5·66	2·10	2·24	3·42	2·710
9 (8)	Wachberg	5·23	2·22	2·55	2·68	2·899
10 (13)	Reichenstein	5·61	0·87	3·52	2·09	2·901
11 (10)	Turkey Creek	4·85	2·34	2·81	2·04	2·857
12	Gröba.....	4·71	2·06	3·23	1·48	2·867
13 (14)	Nieder-Hannsdorf...	4·90	1·53	3·57	1·33	2·952
14 (11)	Babcock Peak	4·33	2·53	3·14	1·19	2·767
15	Gieringer Loch.....	4·68	0·64	4·68	0	2·696
16	Neudeck	2·92	2·26	4·82	—1·90	2·926

Aus dieser Tabelle ergeben sich folgende Mittelzahlen, wobei die ganz aus der Reihe fallenden Nr. 13 und 15 ausgelassen wurden.

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—4	6·81	1·27	1·92	4·89	2·701
5—8	6·10	1·30	2·60	3·50	2·769
9—14	4·95	2·00	3·05	1·90	2·858
16	2·92	2·26	4·82	—1·90	2·926

Unter Anwendung der Ausgleichsrechnung ergeben sich sodann die Werte:

a_0-f_0	4·89	3·45	1·35	—1·90
s	2·701	2·774	2·853	2·926

[1] Die in Klammern geschlossene Ziffer verweist auf Tabelle V.

Der Verlauf der Kurven für Syenit ist sonderbar und wenig verständlich. Man möchte vermuten, daß diese Gesteinsklasse noch nicht genügend geklärt ist. Vielleicht liegt es auch an der Auswahl der Analysen, daß die sonst hervortretende Regelmäßigkeit hier gestört ist. Granittonalit, Diorit, Gabbro liefern sehr regelmäßige Kurven, die in fast parallelem Verlauf, staffelartig übereinander gelagert, einer im ganzen konvex gegen die Abszissenachse verlaufenden Kurve entsprechen. Die Syenitkurve fährt durch diese Linien mit entgegengesetzter Krümmung durch.

IV. Diorit.

Verzeichnis der benutzten Dioritanalysen.

1. Augitdiorit. Sultan Mountain, San Juan County, Colorado. — An. L. G. Eakins. W. Cross, B. U. S. G. S., 148, p. 180 (1897). — Wash., p. 182, Nr. 5.
2. Diorit. Brush Creek, Elk Mountains, Colorado. — An. L. G. Eakins. W. Cross, B. U. S. G. S., 150, p. 242 (1898). — Wash., 234, Nr. 27.
3. Diorit. Robinson, Castle Mountains, Montana. — An. L. V. Pirsson. Weed and Pirsson, B. U. S. G. S., 139, p. 90 (1896). — Wash., p. 272 Nr. 12.
4. La Plata Mountains, Colorado. Diorit. — An. W. F. Hillebrand. W. Cross, B. U. S. G. S., 168, p. 162 (1900). — Wash., p. 262, Nr. 16.
5. Diorit. Lichtenberg, Odenwald. Chelius, Notizbl. f. Erdkunde, Darmstadt. — Osann, Nr. 422.
6. Diorit. Schwarzenberg bei Barr, Elsaß. — An. Van Werveke. Rosenbusch, Steiger Schiefer, p. 334 (1877).
7. Augitdiorit. Stony Mountain, Ouray County, Colorado. — An. L. G. Eakins. W. Cross, B. U. S. G. S., 148, p. 180 (1897). — Wash., 288, Nr. 16.
8. Diorit. Navigation Creek, Noyang, Victoria. — An. A. W. Howitt, Tr. R. Soc. Vict., XX, p. 53 (1884). — Wash., p. 282, Nr. 103.
9. Diorit. Liensberg bei St. Lorenzen, Tirol. — An. Th. Panzer. Dr. Lutz, Programm Gymn. von Landskron, 1908.
10. Glimmerdiorit. Campo Major, Alemtejo, Portugal. A. Merian, N. H. B. B. III, p. 296 (1885). — Wash., p. 280, Nr. 73. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 166, Nr. 8.
11. Dioritische Schliere im Tonalit der Rieserferner. Reinwald. Hier mitgeteilt.
12. Augitdiorit. Dalnaja gora, Südural. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 167, Nr. 20.
13. Diorit, ärmer an Feldspat, reicher an Hornblende. Schwarzenberg bei Barr, Unter-Elsaß. — An. Unger. — H. Rosenbusch, Steiger Schiefer, 1877, p. 330; Elem., 3. Aufl., p. 166, Nr. 15*a*.

Tabelle VII: Diorit.

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
1	Sultan Mt.	7·04	5·32	7·64	— 0·60	2·75.
2	Brush Creek	5·60	4·90	9·50	— 3·90	2·79
3	Robinson	5·40	3·80	10·80	— 5·40	2·83
4	La Plata Mt.	5·26	2·80	11·94	— 6·68	2·79
5	Lichtenberg	2·96	4·40	12·64	— 9·78	2·967
6	Schwarzenberg	2·78	4·64	12·58	— 9·80	2·856
7	Stony Mountain	2·66	4·54	12·80	—10·14	2·891
8	Navigation Creek ...	3·36	3·02	13·62	—10·26	2·893
9	Lorenzen	2·80	3·90	13·30	—10·50	2·865
10	Campo Major	3·04	3·24	13·72	—10·68	2·892
11	Reinwald	2·6	3·4	14·0	—11·4	2·917
12	Dalnaja gora	3·16	2·20	14·64	—11·48	2·988
13	Schwarzenberg	2·74	2·98	14·28	11·54	2·950

Aus dieser Tabelle folgen die hier angegebenen Mittelzahlen:

Nr.	a	c	f	$a-f$	s
1	7·04	5·32	7·64	— 0·60	2·751
2—4	5·42	3·84	10·74	— 5·32	8·803
5—13	2·90	3·60	13·50	—10·60	2·913

Bei der Umrechnung auf die Größen $A_0 C_0 F_0$ ergibt sich folgende

Tabelle VIII: Diorit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	Sultan Mt.	6·05	2·29	1·66	4·39	2·751
2	Brush Creek	5·36	2·36	2·28	3·08	2·79
3	Robinson	5·40	1·90	2·70	2·70	2·83
4	La Plata Mt.	5·45	1·45	3·10	2·35	2·79
5 (8)	Navigation Creek .	4·06	1·83	4·11	—0·05	2·893
6 (5)	Lichtenberg	3·62	2·66	3·72	—0·10	2·967
7 (6)	Schwarzenberg ...	3·37	2·81	3·82	—0·45	2·856
8 (10)	Campo Major.....	3·76	2·00	4·24	—0·48	2·892
9 (12)	Dalnaja gora	4·00	1·39	4·61	—0·61	2·988
10 (9)	Lorenzen	3·48	2·41	4·11	—0·63	2·865
11 (7)	Stony Mt.....	3·27	2·79	3·94	—0·67	2·891
12 (13)	Schwarzenberg ...	3·50	1·92	4·58	—1·08	2·950
13 (11)	Reinwald	3·36	2·38	4·46	—1·10	2·917

Aus dieser Tabelle ergeben sich folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	6·05	2·29	1·66	4·39	2·751
2—4	5·40	1·90	2·70	2·70	2·803
5—11	3·64	2·26	4·10	—0·46	2·908
12. 13	3·43	2·05	4·52	—1·09	2·933

V. Gabbro.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Gabbro N vom Torfhaus. — Streng, N. J., p. 963 u. 975.
2. Gabbrofacies von Monzonit. Ophir Needles, Telluride, Colorado. — An. H. N. Stokes. W. Cross, B. U. S. G. S., 168, p. 163 (1900). — Wash., p. 234, Nr. 28.
3. Gabbro. Mount Hope, Baltimore. — An. Mc. Cay. G. Williams, Bull. U. S. G. S., 28 (1886). — Osann, 604; Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 180, Nr. 4.
4. Gabbro. Nahant, Essex County, Massachusetts. — An. H. S. Washington, J. G., VII, p. 63 (1899).
5. Norit, bei Ivrea. — An. M. Dittrich. Frank Van Horn, T. M. P. M., XVII, p. 404 (1898). — Wash., p. 292, Nr. 50.
6. Orthoklasgabbro. Duluth, Minnesota. — An. A. Winchell, A. G., XXVI, p. 293 (1900). — Wash., p. 272, Nr. 8.
7. Bändergabbro, lichtes Band. Druim an Eidhne, Insel Skye. — An. J. H. Player. Geikie and Teall, Q. J. G. S. L. — Wash., p. 290, Nr. 38.
8. Biotitaugitgabbro. Harzburg, Ocker. — An. Haefeke. A. W. Lossen, Jb. pr. G. L. A., 1891. — Osann, Nr. 41.
9. Olivingabbro. Pigeon Point, Minnesota. — An. W. F. Hillebrand. W. S. Bayley, A. J. Sc., XXXVII, p. 61 (1889). — Wash., p. 286, Nr. 10.
10. Olivingabbro. Loisberg, Niederösterreich. — A. Beauregard. E. Ludwig, T. M. P. M., I, p. 369. — F. Becke, ebenda, III, p. 353 (1882).
11. Olivingabbro. Birch Lake, Minnesota. — An. H. N. Stokes. A. N. Winchell, A. G., XXVI, p. 181 (1900). — Wash., p. 288, Nr. 14.
12. Gabbro. Sec. 26, T 64 N, R 8 W, Minnesota. — An. W. H. Melville. W. S. Bayley, J. G., III, p. 10 (1895). — Wash., p. 332, Nr. 26.
13. Gabbro. Molkenhaus, Harz. — A. Streng, N. Jb. f. Min., 1862, p. 969.
14. Gabbro. Radautal, Steinbruch. — A. Streng, N. Jb. f. Min., 1862, p. 966. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 180, Nr. 2.
15. Gabbro. Mittleres Eckertal, Harz. — A. Streng, N. Jb. f. Min., 1862, p. 964.
16. Gabbrodiorit. Pikesville, Baltimore County, Maryland. — An. L. Mc. Cay. G. H. Williams, B. U. S. G. S., *28*, p. 37 (1886). — Wash., p. 336, Nr. 2.

17. Norit. Oak Grove, NO-Maryland. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 180, Nr. 11.
18. Gabbro. Ettersberg, Harz. — A. Streng, N. Jb. Min., 1862, p. 963, p. 975.
19. Gabbro. Wilmurt Lake, Hamilton County, New York. — An. C. H. Smyth jr. A. J. S., XLVIII, p. 61 (1894). — Wash., p. 330, Nr. 8.
20. Hornblendegabbro. Pavone bei Ivrea. — An. M. Dittrich. F. van Horn, T. M. P. M., XVII, p. 414 (1894). — Wash., p. 346, Nr. 5.
21. Gabbrodiorit. Windsor road, Baltimore, Maryland. — An. L. Mc. Cay. G. H. Williams, B. U. S. G. S., *28*, p. 39 (1886). — Wash., p. 330, Nr. 14.
22. Gabbro. Lincoln Pond, Essex County, New York. — An. G. Steiger. J. F. Kemp. 19. A. R. U. S. G. S., III, p. 407 (1899). — Wash., p. 318, Nr. 8.
23. Hornblendegabbro. Seal Ledge, Monhegan Island, Maine. — An. E. C. E. Lord, A. G., XXVI, p. 340 (1900). — Wash., p. 328, Nr. 4.
24. Biotitaugitgabbro. Kunstmannstal, Harz. — An. Steffen. K. A. Lossen, Jb. pr. G. L. A., 1890. — Osann, Nr. 40.
25. Gabbro. Harzburg, Molkenhaus. — An. Fischer. Martin, Jb. pr. G. L. A., 1889. — Osann, 540.
26. Gabbro (Augitnorit). Eriyur, South Arcot, Indien. — An. P. Brühl. T. H. Holland, Rec. G. S. Ind., XXX, p. 28 (1897). — Wash., p. 354, Nr. 4.
27. Gabbro (dunkles Band). Druim an Eidhne, Insel Skye. — An. J. H. Player. Geikie and Teall, Q. J. G. S. L., p. 653 (1894). — Wash., p. 358, Nr. 1.

Tabelle IX: Gabbro.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a f*	*s*
1	Torfhaus	3·62	6·76	9·62	— 6·00	2·82
2	Ophir Needles	4·00	4·68	11·32	— 7·32	2·86
3	Mt. Hope	2·10	7·60	10·30	— 8·20	3·004
4	Nahant.....	2·16	5·76	12·08	— 9·92	3·058
5	Ivrea (Norit)	2·26	5·20	12·54	—10·28	2·939
6	Duluth (Orth.-Gabbro)	3·10	3·50	13·40	—10·30	2·83
7	Insel Skye (hell)	2·18	5·00	12·82	—10·64	2·91
8	Harzburg-Ocker	2·48	4·12	13·40	—10·92	2·897
9	Pigeon Point (Oliv.-G.)	1·92	5·20	12·88	—10·96	2·923
10	Langenlois (Oliv.-G.).	1·00	6·54	12·46	—11·46	3·017
11	Birch Lake (Oliv.-G.)	1·62	5·08	13·30	—11·68	2·89
12	Sec. 26 Minnesota ..	1·76	4·78	13·46	—11·70	2·967
13	Molkenhaus.....	0·90	5·70	13·40	—12·50	2·95
14	Radautal, Steinbr. ...	1·46	4·40	14·14	—12·68	3·02
15	Eckertal	1·90	3·46	14·64	—12·74	3·00
16	Pikesville (Gabbrodiorit)	0·68	5·72	13·60	—12·92	2·996
17	Oak Grove (Norit) ...	0·30	6·42	13·28	—12·98	2·980

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
18	Ettersberg	1·04	4·72	14·24	—13·20	2·99
19	Wilmurt Lake	1·14	4·46	14·40	—13·26	3·097
20	Pavone (Ho.-Gabbro)	0·94	4·76	14·30	—13·36	3·182
21	Windsor road (Gabbrodiorit)	0·84	4·24	14·92	—14·08	3·069
22	Lincoln Pond.....	1·66	2·38	15·96	—14·30	3·090
23	Seal Ledge (Ho.-G.) .	1·16	3·36	15·48	—14·32	3·04
24	Kunstmannstal (Bi.-Au.-G.).....	0·98	3·08	15·94	—14·96	2·996
25	Molkenhaus.....	1·10	2·66	16·24	—15·14	3·041
26	Eriyur	0·48	2·12	17·44	—16·96	3·09
27	Insel Skye (dunkel) Übergang zu Pyroxenit.....	0·40	2·10	17·50	—17·10	3·36

Aus Tabelle IX leiten sich folgende Mittelwerte ab:

Nr.	a	c	f	$a-f$	s
1, 2	3·82	5·72	10·46	— 6·64	2·84
3—9	2·32	5·20	12·48	—10·16	2·946
10—17	1·20	5·26	13·54	—12·34	2·977
18—25	1·11	3·71	15·18	—14·07	3·066

Die extremen Werte 26 und 27 sind hier ausgelassen; 26 gibt einen relativ niedrigen Wert für s, 27 einen extrem hohen; das Gestein wäre vielleicht richtiger schon zum Pyroxenit zu rechnen. Die Mittelwerte liegen auf einer etwas geknickten Linie. Wendet man das Ausgleichsverfahren an, so erhält man:

$a-f$	—6·64	—9·82	—12·23	—14·07
s	2·84	2·927	2·991	3·066

Die Berechnung nach $A_0 C_0 F_0$ ergibt folgende Tabelle:

Tabelle X: Gabbro.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	Torfhaus	3·84	3·60	2·56	1·28	2·82
2	Ophir Needles	4·36	2·55	3·09	1·27	2·860
3 (6)	Duluth	3·78	2·14	4·08	—0·30	2·83
4 (3)	Mt. Hope	2·47	4·49	3·04	—0·57	3·044
5 (4)	Nahant	2·68	3·58	3·74	—1·06	3·058
6 (8)	Harzburg-Ocker ..	3·15	2·61	4·24	—1·09	2·897
7 (5)	Ivrea.....	2·82	3·24	3·94	—1·12	2·939
8 (7)	Insel Skye	2·78	3·17	4·05	—1·27	2·91

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
9	Pigeon Point	2·48	3·37	4·15	—1·67	2·923
10 (12)	Sec. 26 Minnesota.	2·34	3·19	4·47	—2·13	2·967
11	Birch Lake.....	2·16	3·39	4·45	—2·29	2·89
12 (15)	Eckertal	2·61	2·37	5·02	—2·41	3·00
13 (14)	Radautal.....	2·04	3·05	4·91	—2·87	3·02
14 (10)	Langenlois.....	1·36	4·41	4·23	—2·87	3·017
15 (22)	Lincoln Pond.....	2·42	1·74	5·84	—3·42	3·090
16 (13)	Molkenhaus.....	1·26	4·01	4·73	—3·47	2·95
17 (19)	Wilmurt Lake	1·64	3·19	5·17	—3·53	3·097
18	Ettersberg	1·49	3·38	5·13	—3·64	2·99
19 (20)	Pavone	1·37	3·43	5·20	—3·83	3·182
20 (16)	Pikesville	0·99	4·10	4·91	—3·92	2·996
21 (23)	Seal Ledge.....	1·73	2·51	5·76	—4·03	3·04
22 (21)	Windsor road	1·26	3·16	5·58	—4·32	3·069
23 (17)	Oakgrove	0·45	4·71	4·84	—4·39	2·980
24 (25)	Harzburg	1·70	2·04	6·26	—4·56	3·041
25 (24)	Kunstmanntal	1·51	2·36	6·13	—4·62	2·996
26	Eriyur	0·81	1·79	7·40	—6·59	3·09
27	Insel Skye	0·70	1·80	7·50	—6·80	3·36

Aus Tabelle X leitete ich folgende Mittelwerte ab:

A. Unter Benutzung sämtlicher Werte (mit Ausnahme von 26 und 27).

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—3	3·99	2·77	3·24	+0·75	2·837
4—8	2·73	3·41	3·86	—1·13	2·962
9—14	2·10	3·28	4·62	—2·52	2·979
15—20	1·53	3·31	5·16	—3·63	3·051
21—25	1·33	2·96	5·71	—4·38	3·025

Diese Mittelwerte zeigen keinen sehr regelmäßigen Gang. Das spezifische Gewicht springt bei der zweiten und dritten Horizontalreihe über die mittlere Reihe hinaus. Dies wird durch die extrem hohen Werte von 4, 5 und 19 verursacht. Läßt man diese beiseite, so erhält man folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1—3	3·99	2·77	3·24	+0·75	2·837
4—8	2·81	3·10	4·09	—1·28	2·917
9—14	2·10	3·28	4·62	—2·52	2·979
15—25	1·44	3·12	5·44	—4·00	3·025

Diese Mittelwerte liegen nun so angenähert an einer Geraden, daß eine weitere Ausgleichung überflüssig erscheint. Allerdings kann man einwenden,

daß die Ausscheidung solcher herausspringender Daten einigermaßen willkürlich sei. Die Aufklärung des auffallenden Tatbestandes muß hier von zukünftigen Untersuchungen erwartet werden. Namentlich der Fall des Hornblendegabbro von Pavone Nr. 19 gibt zu denken. Hier ist eine ziemlich tonerdereiche und alkalienführende Hornblende reichlich vorhanden. Bei der Verrechnung nach Osann werden Alkalien und Tonerde als Feldspatbasen berechnet, während diese Substanzmengen tatsächlich als femische Bestandteile mit hohem spezifischem Gewicht vorhanden sind. Das sind Schwierigkeiten, die bei jeder Art von schematischer Berechnung von Gesteinsanalysen zutage treten. Außerdem liegt der Hornblendegabbro von Pavone im alpinen Gebiet (Ivreazone). Ist nicht etwa hier auch eine Verdichtung durch Metamorphose eingetreten? Lauter Fragen, die hier auftauchen, aber hier nicht gelöst werden können.

VI. Pyroxenite und Peridotite.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Gabbropyroxenit. Burnt Head, Monhegan Island, Maine. — An. E. C. E. Lord, A. G., XXVI, p. 340 (1900). — Wash., p. 358, Nr. 1.
2. Glimmerperidotit. Kaltes Tal, Harz. — Hampe, An. Koch, Z. D. G. G., *41*, p. 165 (1889).
3. Dunkles Band in Gabbro. Druim an Eidhne, Insel Skye, Schottland. — An. J. H. Player. Geikie and Teall, Q. J. G. S. L., p. 353 (1894). — Wash., p. 358, Nr. 1.
4. Augitperidotit. Montrose Point, Cortlandt, New York. — An. W. H. Emmerson. G. H. Williams, A. J. S., XXXI, p. 40 (1886). — Wash., p. 358, Nr. 1.
5. Wehrlit. Red Bluff, Montana. — An. L. G. Eakins. G. P. Merrill, Pr. U. S. Nat. Mus., XVII, p. 652 (1895). — Wash., 354, Nr. 1; Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 8.
6. Hornblendepikrit. North Meadow Creek, Montana. — An. L. G. Eakins. G. P. Merrill, Pr. U. S. Nat. Mus., XVII, p. 655 (1895). — Wash., p. 354, Nr. 2; Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 6.
7. Lherzolith. Baldissero. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 15.
8. Pyroxenit. Johnny Cake Road, Baltimore County, Maryland. — An. J. E. Whitefield. G. H. Williams, A. G., VI, p. 41 (1890). — Wash., p. 366, Nr. 1.
9. Granatolivinfels. Gordunatal, Tessin. — An. Hezner. Grubenmann Kryst. Schiefer. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 21.
10. Enstatitpyroxenit. Central Marico District, Transvaal, Südafrika. — An. J. A. L. Henderson, In. Diss., Leipzig, p. 39 (1898). — Wash., p. 366, Nr. 3.
11. Websterit. Hebbville n. Baltimore, Maryland. — An. T. M. Chatard, G. H. Williams, A. G., VI, p. 42 (1890); B. U. S. G. S., *148*, p. 84 (1897). — Wash., p. 366, Nr. 1.

12. Saxonit. St. Pauls-Felsen, Atlantischer Ozean. — An. L. Sipöcz. J. J. H. Teall, Brit. Petrography, 1888, p. 103. — Wash., p. 472, Nr. 29.
13. Dunit. Dun Mountains bei Nelson, Neuseeland. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 216, Nr. 17.

Tabelle XI: Pyroxenit (Py) und Peridotit (Pe).

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
1	Burnt Head, Py	0·80	1·70	17·50	—16·70	3·28
2	Kaltes Tal, Pe	1·42	0·18	18·40	—16·98	3·276
3	Insel Skye, Py.....	0·40	2·10	17·50	—17·10	3·36
4	Montrose Point, Pe ..	0·62	0·02	18·46	—17·84	3·30
5	Red Bluff, Pe	0·78	0·44	18·78	—18·00	3·37
6	N. Meadow Creek, Pe	0·02	0·94	19·04	—19·02	3·35
7	Baldinero, Pe.....	0	0·78	19·22	—19·22	3·269
8	Johnny Cake road, Py	0	0·72	19·28	—19·28	3·318
9	Gordunatal, Pe	0	0·6	19·4	—19·4	3·30
10	C. Marico Distr., Py .	0	0·50	19·50	—19·50	3·297
11	Hebbville, Py.....	0	0·24	19·76	—19·76	3·301
12	St. Pauls-Felsen, Pe..	0	0·18	19·82	—19·82	3·287
13	Dun Mountains, Pe..	0	0	20	—20	3·295

Trägt man die $a-f$ und s in ein Koordinatennetz ein, so läßt sich ein Ansteigen des s mit dem Wachsen der negativen Differenz $a-f$ nicht konstatieren. Auch lassen sich Pyroxenite und Peridotite nach dem spezifischen Gewicht nicht sondern. Die Zahlen laufen vielmehr durcheinander. Es bleibt also nur übrig, über die ganze Gruppe das Mittel zu nehmen, welches ergibt:

a	c	f	$a-f$	s
0·32	0·68	19·00	—18·68	3·307

Der Mittelwert des spezifischen Gewichtes ist höher als der von Daly angegebene (3·176), ohne Zweifel, weil Daly auch viele Serpentine ins Mittel eingerechnet hat. In der obigen Tabelle sind nur Peridotite mit kleinem Wassergehalt aufgenommen worden.

Die Rechnung nach $A_0 C_0 F_0$ gibt hier keine starken Verschiebungen mehr, da A und C durchweg sehr klein sind. Der Konsequenz zuliebe wurde dennoch die Rechnung durchgeführt und ergab folgende Tabelle:

Tabelle XII: Pyroxenit (Py) und Peridotit (Pe).

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1 (2)	Kaltes Tal, Pe	2·32	0·15	7·53	— 5·21	3·276
2 (1)	Burnt Head, Py ...	1·32	1·40	7·28	— 5·96	3·28
3	Insel Sky, Py	0·70	1·80	7·50	— 6·80	3·36
4 (5)	Red Bluff, Pe	1·36	0·39	8·25	— 6·89	3·37

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
5 (4)	Montrose Point, Pe	1·97	0·81	8·12	— 7·05	3·30
6	N. Meadow Creek, Pe	0·04	0·90	9·06	— 9·02	3·35
7	Baldinero, Pe	0	0·73	9·27	— 9·27	3·269
8	Johnny Cake Road, Py	0	0·69	9·31	— 9·31	3·318
9	Gordunotal, Pe	0	0·58	9·42	— 9·42	3·30
10	C. Marico Distr., Py	0	0·49	9·51	— 9·51	3·297
11	Hebbville, Py	0	0·22	9·78	— 9·78	3·301
12	St. Pauls-Felsen, Pe	0	0·17	9·83	— 9·83	3·287
13	Dun Mountain, Pe	0	0	10	—10	3·295

Hieraus die Mittelzahlen:

a_0	c_0	f_0	$a-f_0$	s
0·32	0·63	8·85	—8·33	3·307

VII. Alkaligranit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Hornblendegranit. Rockport, Cape Ann, Massachusetts. — An. H. S. Washington, J. G., VI, p. 793 (1898). — Wash., p. 144, Nr. 6.
2. Granit. Brooklyn Quarry, Stony Creek, Connecticut. — An. H. T. Vulté. J. F. Kemp, B. G. S. A., X, 375 (1899). — Wash., p. 146, Nr. 14.
3. Riebeckitgranit. Hardwicke Quarry, Cape Anne, Quincy. — H. S. Washington, Am. J. Sc., VI, p. 181 (1898). — Wash., p. 144, Nr. 11.
4. Riebeckitgranit. Ekona, Sungalekrater, Kamerun. — Angeführt in Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 86, Nr. 10.
5. Sodagranit. Pigeon Point, Minnesota. — An. W. F. Hillebrand, W. S. Bayley, A. J. Sc., XXXVII, p. 59 (1889).
6. Alkaligranitit. Drammen. — Angeführt bei Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., 586, Nr. 3.

Tabelle XIII: Alkaligranit.

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
1	Rockport	16·30	0·42	3·28	13·02	2·618
2	Stony Creek	14·42	1·78	3·80	10·62	2·640
3	Quincy	14·18	0	5·82	8·36	2·641
4	Kamerun[1]	14	0	6	8·0	2·622
5	Pigeon Point	12·58	1·18	6·24	6·34	2·620
6	Drammen[1]	12·5	0	7·5	5·0	2·636

[1] Rechnung von Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 237.

Die Eintragung dieser nicht sehr zahlreichen Werte in das Koordinatennetz läßt eine Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes von $a—f$ nicht hervortreten. Die Zahlen für s liegen etwas unter der Mittellinie für Granit. Faßt man alle Zahlen zu einem Mittel zusammen, so ergibt sich:

a	c	f	$a-f$	s
14·00	0·56	5·44	8·56	2·630

Dieser Wert fällt ziemlich genau auf die Granitlinie.

Es scheint also, daß Alkaligranite und Alkalikalkgranite sich durch ihr spezifisches Gewicht nicht wesentlich unterscheiden, wenn die Analysen nach Osann berechnet werden.

Bei Berechnung nach $A_0 C_0 F_0$ ergibt sich:

Tabelle XIV: Alkaligranit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	$a_0—f_0$	s
1	Rockport	9·39	0·12	0·49	8·90	2·618
2 (3)	Quincy	9·40	0	0·60	8·80	2·642
3 (2)	Stony Creek	8·85	0·56	0·59	8·26	2·640
4 (5)	Pigeon Point	8·88	0·42	0·70	8·18	2·620
5 (4)	Kamerun	9·03	0	0·97	8·06	2·622
6	Drammen	8·65	0	1·35	7·30	2·636

Das Mittel hieraus ergibt:

9·03	0·18	0·78	8·25	2·630

Das Mittel aller Zahlen sowie die meisten einzelnen Punkte liegen hier über der für Granit berechneten Mittellinie.

VIII. Alkalisyenite.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Nordmarkit. Tonsenas. — An. P. Jannasch. H. O. Lang, Nyt Mag., XXX, p. 40 (1886). — Wash., p. 194, Nr. 11.
2. Augitsyenit. Loon Lake, Franklin Cty., New York. — An. E. W. Morley. H. P. Cushing, B. G. S. A., X, p. 183 (1899). — Wash., p. 198, Nr. 4. (Das spezifische Gewicht ist auffallend hoch.)
3. Pulaskit. Fourche Mountain, Arkansas. — An. R. N. Brackett. J. F. Williams, A. R. G. S. Ark., 1890, II, p. 70. — Wash., p. 198, Nr. 6.
4. Umptekit. Cabo Frio. — F. E. Wright, T. M. P. M., *20*, p. 248 (1901).
5. Akerit. Gloucester, Essex Cty., Massachusets. — H. S. Washington, J. G., VI, p. 798 (1898). — Wash., p. 158, Nr. 7.

6. Syenit. Silver Cliff, Colorado. — L. G. Eakins. W. Cross, Pr. Col. Sc. Soc., II, p. 240 (1887); 17. A. R. U. S. G. S., II, p. 281 (1896). — Wash., p. 256, Nr. 15.
7. Syenit. Near Tirbircio Gulch, La Plata Mountains, Colorado. — An. H. N. Stokes. W. Cross, B. U. S. G. S., Nr. 168, p. 162 (1900). — Wash., p. 256, Nr. 16.
8. Syenit. Elliot Cty., Kentucky. — An. T. M. Chatard. J. S. Diller, A. J. Sc., XXXII, p. 125 (1886). — Wash., p. 254, Nr. 2.
9. Pulaskit. Cabo Frio. — F. E. Wright, T. M. P. M., *20*, p. 243 (1901).
10. Akerit. Vettakollen. — An. P. Jannasch. H. O. Lang, Nyt Magazin, XXX, p. 40 (1889); Brögger, Z. K., XVI, p. 50 (1890). — Wash., p. 262, Nr. 23.
11. Umptekit. Beverley, Essex County, Massachusetts. — An. F. E. Wright, T. M. P. M., XIX, p. 318 (1900). — Wash., p. 250, Nr. 1.

Tabelle XV: Alkalisyenit.

Nordmarkit N, Pulaskit P, Umptekit U, Akerit A.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1	Tonsenas, N	13·84	0·24	5·92	7·92	2·646
2	Loon Lake, Augit-syenit.....	10·84	3·32	5·84	5·00	2·717
3	Furche Mt., P	10·52	3·18	6·30	4·22	2·656
4	Cabo Frio, U	11·30	0	8·70	2·60	2·672
5	Gloucester, A	10·00	2·06	7·94	2·06	2·612
6	Silver Cliff.....	9·34	1·66	9·00	0·34	2·689
7	Tirbircio Gulch	9·0	2·18	8·84	0·16	2·704
8	Elliot Cty.....	8·68	2·10	9·22	—0·54	2·633
9	Cabo Frio, P	9·68	0·02	10·30	—0·62	2·674
10	Vetta Kollen, A	7·84	2·92	9·26	—1·42	2·729
11	Beverley, U	9·06	0	10·94	—1·88	2·732

Aus den angeführten Zahlen ergibt sich, daß eine Unterscheidung der verschiedenen Abarten der Alkalisyenite nach dem spezifischen Gewicht derzeit nicht möglich ist. Nr. 2 gehört vielleicht gar nicht hierher. Bildet man aus gleichstelligen Werten die Mittel, so erhält man folgende Reihe:

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1	13·84	0·24	5·92	7·92	2·646
2—5	10·66	2·14	7·20	3·46	2·664
6—11	8·94	1·48	9·58	—0·64	2·694

Die durch diese Punkte gezogene Linie schließt sich genau an das salische Ende der Syenitlinie (Tabelle V) an.

Die Größen $A_0 C_0 F_0$ liefern bei den Alkalisyeniten folgende Tabelle:

Tabelle XVI: Alkalisyenite.

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	Tonsenas	8·96	0·08	0·96	8·00	2·646
2 (4)	Cabo Frio	8·40	0	1·60	6·80	2·672
3 (2)	Loon Lake	7·76	1·19	1·05	6·71	2·717
4 (3)	Furche Mt.	7·68	1·16	1·16	6·52	2·656
5	Gloucester	7·69	0·78	1·53	6·16	2·612
6 (9)	Cabo Frio	7·85	0·10	2·05	5·80	2·674
7 (6)	Silver Cliff	7·52	0·67	1·81	5·71	2·689
8 (7)	Tirbircio Gulch	7·31	0·89	1·80	5·51	2·704
9 (11)	Beverley	7·69	0	2·31	5·38	2·732
10 (8)	Elliot Cty.	7·21	0·87	1·92	5·29	2·633
11 (10)	Vetta Kollen	6·74	1·26	2·00	4·74	2·729

Auch hier zeigt sich eine Andeutung von Steigen des spezifischen Gewichtes mit abnehmendem a—f. Die Mittelwerte sind:

Nr.	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1	8·96	0·08	0·96	8·00	2·646
2—5	7·88	0·78	1·34	6·54	2·664
6—10	7·52	0·50	1·98	5·54	2·686
11	6·74	1·26	2·00	4·74	2·729

Diese Mittelzahlen liegen durchweg knapp über der Granitlinie und schließen sich dem salischen Ende der Syenitlinie an.

IX. Eläolithsyenit.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Mariupolit. Mariupol. — J. Morozewicz, T. M. P. M., XXI, p. 241 (1902). — Wash., p. 198, Nr. 3.
2. Nephelinsyenit. Methuen Township, Petersborough Cty., Ontario. — An. W. G. Miller, Rep. Bur. Mines, Tom. VIII, pt. 2, p. 207 (1899). — Wash., p. 200, Nr. 1.
3. Nephelinsyenit. Salem Neck, Essex Cty., Massachusetts. — H. S. Washington, J. G., VI, 803 (1898). — Wash., p. 206, Nr. 2.
4. Foyait. Great Hartle Island, Salem Harbor, Massachusetts. — H. S. Washington, J. G., VI, p. 803 (1898). — Wash., p. 196, Nr. 5.
5. Eläolithsyenit. Nagy Köves, Ungarn. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 146, Nr. 5.
6. Nephelinsyenit. Picota, Serra de Monchique. — An. P. Jannasch, N. J. Min., 1884, II, p. 13. — Wash., p. 210, Nr. 31.

7. Nephelinsyenit. Fourche Mountain. — An. W. A. Noyes. J. F. Williams, A. R. G. S., Arkansas, 1890, II, p. 88. — Wash., p. 198, Nr. 7.
8. Eläolithsyenit. Rustenburg, Südafrika. — E. A. Wülfing, Neues Jahrb. f. Min., 1880, II.
9. Nephelinsyenit. Longfellow Mine, Cripple Creek, Colorado. — An. W. F. Hillebrand. W. Cross, 16. A. R. U. S. G. S., II, p. 45 (1895). — Wash., p. 262, Nr. 17.

Tabelle XVII: Eläolithsyenit.

Nr.		*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1	Mariupol	17·44	0	2·56	14·88	2·699
2	Methuen Township	15·48	2·64	1·88	13·60	2·60
3	Salem Neck	16·00	1·00	3·00	13·00	2·596
4	Salem Harbor	15·00	0·60	3·50	12·40	2·599
5	Nagy-Köves	14·94	0	5·06	9·88	2·580
6	Picota	14·22	0	5·78	8·44	2·578
7	Fourche Mountain	10·72	3·04	6·24	4·48	2·521
8	Rustenburg	11·50	0·50	8·00	3·50	2·580
9	Longfellow Mine	9·28	1·82	8·90	0·38	2·680

Diese Tabelle ist leider sehr wenig umfangreich, was angesichts der ziemlich großen Anzahl von Untersuchungen, die gerade dieser interessanten Gesteinsgruppe gewidmet wurden, doppelt zu bedauern ist. Die Eintragung ins Koordinatennetz gibt eine sehr zerstreute Lage der Punkte. Zum Teil ist das darauf zurückzuführen, daß das Osann'sche Dreieck die große Mannigfaltigkeit dieser Gesteine nicht getreu wiederzugeben vermag. Namentlich ist die gegenseitige Vertretung von K und Na wichtig. Na-reiche Gesteine (Mariupolit) haben höheres spezifisches Gewicht, eine Folge der Ausbildung der spezifisch schweren Alkalipyroxene und -hornblenden und der Vertretung des leichteren Kalifeldspates durch den spezifisch schwereren Albit. Das niedrige spezifische Gewicht von 6 ist sehr auffällig und vielleicht fehlerhaft bestimmt. Leider sind von den an dunklen Gemengteilen (an *F*) reicheren Eläolithsyeniten fast keine spezifischen Gewichtsbestimmungen vorhanden. Die norwegischen Laurvikite wären hier anzureihen. Nur Nr. 9 obiger Tabelle deutet diese Reihe an.

Zur Bildung von Mittelwerten wurden die Nrn. 1 bis 8 zusammengefaßt. Ob man die nach entgegengesetzter Richtung abweichenden Nrn. 1 und 7 mitzählt oder nicht, erweist sich dabei ziemlich gleichgültig.

Nr.	*a*	*c*	*f*	*a*—*f*	*s*
1—8	14·52	0·98	4·50	10·02	2·594
9	9·28	1·82	8·90	0·38	2·680

Bei der Berechnung von $A_0 C_0 F_0$ ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle XVIII: Eläolithsyenit.

Nr.		a_0	c_0	f_0	$a_0 - f_0$	s
1	Mariupol	9·64	0	0·36	9·28	2·699
2 (3)	Salem Neck	9·26	0·29	0·45	8·81	2·596
3 (4)	Salem Harbor	9·31	0·17	0·52	8·79	2·599
4 (2)	Methuen Township....	8·96	0·77	0·27	8·69	2·600
5	Nagy Köves.....	9·21	0	0·79	8·42	2·580
6	Picota.....	9·07	0	0·93	8·14	2·578
7 (8)	Rustenburg	8·43	0·15	1·42	7·01	2·580
8 (7)	Fourche Mountain.....	7·77	1·10	1·13	6·64	2·521
9	Longfellow Mine.....	7·41	0·75	1·84	5·57	2·68

In der gleichen Weise wie Tabelle XVII behandelt, liefern diese Zahlen folgende Mittelwerte:

Nr.	a_0	c_0	f_0	$a_0 - f_0$	s
1—8	8·96	0·31	0·73	8·23	2·594
9	7·41	0·75	1·84	5·57	2·68

X. Essexit und Theralith.

Verzeichnis der benutzten Analysen.

1. Essexit. Milton. — Rosenbusch, Elem., 3. Aufl., p. 238.
2. Essexit. Salem Neck. — Washington, J. G., VII. p. 57 (1899). — Wash., p. 299, Nr. 3.
3. Essexit. Rongstock. — An. Pfohl. J. E. Hibsch. T. M. P. M., XIV, p. 99 (1894).
4. Theralith. Three Peaks. Crazy Mt. — J. E. Wolff. North. Transcont. Survey, p. 11 (1885). — Wash., p. 298, Nr. 5.
5. Theralith. Martinsdale, Crazy Mt. — J. E. Wolff, North. Transcont. Survey, p. 10 (1885). — Wash., p. 352, Nr. 3.
6. Theralith. Duppau. — An. H. Tertsch, T. M. P. M., XXII, p. 281.
7. Theralith. Kunjoktal, Kola, Finland. — F. Eichleiter, V. G. R. A., 1893, p. 217. — Wash., p. 348, Nr. 8.

Tabelle XIX: Essexit (E) und Theralith (T).

Nr.		a	c	f	$a-f$	s
1	Milton, E	4·34	4·06	11·60	— 7·26	2·801
2	Salem Neck, E	5·36	1·84	12·80	— 7·44	2·919
3	Rongstock, E.....	5·16	2·24	12·60	— 7·44	2·855
4	Three Peaks, T	4·48	1·40	14·12	— 9·64	2·86
5	Martinsdale, T.....	4·48	0·46	15·06	—10·58	2·93
6	Duppau, T	3·52	0·48	16·00	—12·48	3·008
7	Kunjoktal, T	3·08	1·32	15·60	—12·52	2·96

Die Tabelle läßt in dieser Reihe das durchschnittliche Steigen des spezifischen Gewichtes mit der Annäherung an den femischen Eckpunkt des Osannschen Dreieckes ganz gut erkennen. Die Mittelwerte ergeben:

	a	c	f	$a-f$	s
Essexit.....	5·00	2·70	12·30	− 7·30	2·858
Theralith	3·88	0·92	15·20	−11·30	2·940

Diese Mittelzahlen fallen etwas unter die Gabbrolinie und knapp über die Dioritlinie. Dieses Verhältnis ist durch das Eintreten von nephelin- und alkalireicheren Plagioklasen gegenüber den Gabbros, durch das stärkere Hervortreten von Pyroxenen gegenüber den Dioriten verständlich.

Die Berechnung der Analysen nach $A_0\,C_0\,F_0$ liefert folgende

Tabelle XX: Essexit (E) und Theralith (T).

Nr.		a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
1 (2)	Salem Neck, E.....	5·66	0·97	3·37	2·29	2·919
2 (3)	Rongstock, E.....	5·46	1·20	3·34	2·12	2·855
3 (1)	Milton, E	4·70	2·20	3·10	1·60	2·801
4	Three Peaks, T	5·15	0·80	4·05	1·10	2·86
5	Martinsdale, T.....	5·28	0·27	4·45	0·83	2·93
6	Duppau, T.....	4·6	0·2	5·2	−0·6	3·008
7	Kunjoktal.....	4·03	0·86	5·11	−1·08	2·96

Diese Tabelle liefert folgende Mittelzahlen:

	a_0	c_0	f_0	a_0-f_0	s
Essexit.....	5·27	1·46	3·27	2·00	2·858
Theralith	4·77	0·53	4·70	0·07	2·940

Bei diesen der Linie AF sehr nahe liegenden Gesteinen macht sich die Verschiebung infolge der Rechnung nach $A_0\,C_0\,F_0$ sehr stark bemerkbar. Sowohl Essexit als Theralith fallen jetzt über die Diorit-, respektive Gabbrolinie und liegen fast genau auf der Geraden, die das Mittel der Eläolithsyenite mit den Pyroxeniten verbindet.

In den Literaturnachweisen bedeutet:

Wash.: H. S. Washington, Chemical Analyses of Igneous Rocks, United States Geological Survey, Professional Paper Nr. 14, Washington 1903.

Osann: A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie, II. Teil. Stuttgart 1905.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. IV. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Über Heliotropismus im Radiumlichte

von

Hans Molisch,

w. M. k. Akad.

Aus dem Institut für Radiumforschung der kaiserl. Akademie der Wissenschaften und aus dem pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien. Nr. 17 der zweiten Folge.

(Mit 5 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 23. März 1911.)

Vor 6 Jahren habe ich Versuche darüber angestellt, ob das von den Radiumpräparaten ausgehende schwache Licht imstande ist, Heliotropismus bei Pflanzen hervorzurufen.[1] Ich hatte damals nur ein sehr schwaches Radiumpräparat zur Verfügung (0·1 *g*) im Preise von 35 Francs und einer Aktivität von 3000; es leuchtete zwar für ein dunkel adaptiertes Auge im Finstern deutlich und brachte einen Baryumplatincyanürschirm zum Phosphoreszieren, allein Heliotropismus war mit diesem Präparate selbst bei Heranziehung heliotropisch sehr empfindlicher Pflanzen nicht festzustellen.

Es schien mir aber schon damals trotzdem nicht unwahrscheinlich, daß mit stärker leuchtenden Präparaten vielleicht doch ein positives Resultat erzielt werden könnte. Ich sagte: »Trotzdem möchte ich mich aber noch vorläufig eines abschließenden Urteils enthalten, da ich bislang mit sehr stark aktiven Radiumpräparaten ihres hohen Preises wegen noch nicht experimentieren konnte. Wenn man bedenkt, daß das

---

[1] Molisch Hans, Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. XXIII, Jahrg. 1905, p. 1 bis 8.

Licht radiumhältiger Baryumverbindungen immerhin so stark sein kann, daß man es im Halbdunkel oder in einem mit Gas erleuchteten Zimmer sieht, ja daß man dabei sogar lesen kann, so wird es nicht ganz unwahrscheinlich, daß durch sehr intensiv wirkende, stark leuchtende Präparate doch heliotropische oder andere Krümmungen erzielt werden könnten.«

Hingegen habe ich mir damals schon den Beweis verschafft, daß Radium indirekt positiven Heliotropismus hervorzurufen vermag. Radiumpräparate haben bekanntlich die Fähigkeit, gewisse Körper, wie Baryumplatincyanür oder Zinkblende, zum Leuchten zu bringen. Baryumplatincyanür leuchtet nur so lange, als es dem Radium ausgesetzt ist, während Zinkblendepulver noch einige Zeit nachleuchtet. Mit einem Röhrchen, das eine Mischung von Radium mit Zinksulfid enthielt und das ein lange Zeit leuchtendes Lämpchen darstellte - es leuchtet, obwohl im Dunkeln aufbewahrt, seit 5 Jahren noch immer - konnte ich bei Wicken- und Linsenkeimlingen, ferner bei *Phycomyces* sehr deutlichen positiven Heliotropismus feststellen. Allein bei diesen positiv ausfallenden Versuchen handelte es sich nicht um eine direkte, durch die Lichtstrahlen des Radiumpräparates hervorgerufene Leistung, sondern um eine indirekte, denn hier wurde der Heliotropismus durch das Licht der Zinkblende erregt, also erst indirekt durch das Radium.

Im Anschluß daran hat dann Körnicke[1] mit viel kräftigeren Präparaten, als mir seinerzeit zur Verfügung standen, wertvolle Versuche über die Einwirkung von Radiumstrahlen auf die Pflanze gemacht und unter diesen Experimenten finden sich auch solche über den Heliotropismus der Wicke (*Vicia sativa*) und der Sporangiumträger von *Phycomyces nitens*. Seine Versuche fielen nicht gleichmäßig aus. In den ersten Experimenten kümmerten sich die Keimlinge um das Radiumröhrchen gar nicht, sondern wuchsen daneben hinweg. »Ein positives Resultat ergab sich erst bei weiteren Versuchen, die in gleicher

[1] Körnicke M., Weitere Untersuchungen über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanzen. Ber. d. Deutschen bot. Ges., Bd. XXIII, Jahrg. 1905, p. 329.

Weise angestellt wurden, bei welchen aber sich einige Keimlinge durch geringe Wachstumsintensität von den übrigen unterschieden, sonst aber gleich kräftig erschienen. Diese hatten eine auffallend starke Krümmung nach der Lichtquelle gemacht, wie sich zeigte, als nach 24- und mehrstündiger Wirkung des Radiumlichtes aus ursprünglich etwa 2 *cm* Entfernung die Kulturen nachgesehen wurden. Die anderen, schneller wachsenden Keimlinge derselben Kulturen waren, anscheinend unbeeinflußt, gerade aufwärts gewachsen.« [1]

Im Herbst des verflossenen Jahres wurde in Wien ein »Institut für Radiumforschung« eröffnet, dessen Bau und Einrichtungen durch eine großartige Geldspende des Herrn Dr. Karl Kupelwieser an die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien ermöglicht wurde. Diese selbst hat den kostbaren, einen Wert von 1 Million Kronen repräsentierenden Schatz von 3 *g* Radium, dann Ionium, Actinium, Polonium und Radioblei zur Verfügung gestellt. Hier bietet sich dem Biologen eine günstige Gelegenheit, das Radium, das dem Physiker und Chemiker so viel des Unerwarteten und Wunderbaren bot, auch in seiner Einwirkung auf die Lebewesen zu studieren, und diese günstige Gelegenheit bewog mich, gewissen Fragen über den Einfluß des Radiums näher zu treten. Ich begann zunächst da, wo ich schon vor 6 Jahren mit einem schwachen Präparat eingesetzt hatte, und setzte meine erwähnten Untersuchungen über Heliotropismus im Radiumlicht und über eventuelle Tropismen in der dunklen Radiumstrahlung fort. Es schien mir dies auch mit Rücksicht auf den ungleichmäßigen Ausfall der heliotropischen Versuche Körnicke's wünschenswert.

Ich will zunächst meine Versuche mit Hafer *(Avena sativa)* schildern, weil diese Keimlinge ungemein heliotropisch empfindlich und den Einflüssen der »Laboratoriumsluft« nicht in dem Maße unterworfen sind wie die Keimlinge der Wicke, Erbse und anderer Leguminosen. Alle Versuche fanden in einer vollständig lichtdichten Dunkelkammer des Radiuminstitutes bei einer Temperatur von 16 bis 19° C. statt.

[1] Körnicke M., l. c., p. 332.

Die Radiumpräparate, die mir für die in dieser Abhandlung geschilderten Versuche zur Verfügung standen, trugen die Bezeichnungen M_0, M_2, Z, Dautwitz IV und Dautwitz V.

M_0 enthält 46·2 *mg* reines $RaCl_2$. Diese Menge ist äquivalent 35·3 *mg* Radiummetall. Die Substanz des Röhrchens ist Radiumbaryumchlorid mit einem Prozentgehalt von 11·4% reinen Radiumchlorids.

M_2 ist aus einem Radiumbaryumchlorid mit einem Gehalt von 22·5% Radiumchlorid entnommen. Das Röhrchen enthält 29·4 *mg* reines $RaCl_2$, äquivalent 22·2 *mg* Radiummetall.

Z enthält Radiumbaryumbromid mit einem Gehalt von etwa 60% Radiumbromid, die Menge entspricht 228 *mg* Radiummetall.

Die drei eben besprochenen Präparate waren in Glasröhrchen eingeschlossen; die α-Strahlen wurden also zum größten Teil oder ganz absorbiert. Bei diesen Röhrchen wirkten von den dunklen Strahlen nur die β- und γ-Strahlen. Um auch die α-Strahlen zur Geltung zu bringen, dienten die beiden Präparate »Dautwitz«. Diese bestehen aus einem Metallscheibchen von 13 *mm* Durchmesser, auf welchen in sehr dünner Lage Lack (0·08 *mm*) aufgetragen war, der das Radiumpräparat gleichmäßig verteilt enthielt.

»Dautwitz IV« (Lackscheibchen) liefert durch seine α-Strahlen einen Sättigungsstrom von 94·2 elektrostatischen Einheiten.

»Dautwitz V« (Lackscheibchen) liefert durch seine α-Strahlen einen Sättigungsstrom von 123·5 elektrostatischen Einheiten.

In ähnlicher, aber nicht unmittelbar vergleichbarer Anordnung liefert die γ-Strahlung von 1 *g* $RaCl_2$ des Radiumstandardpräparates (118 *g*/cal. pro Stunde Wärmeentwicklung) einen Sättigungsstrom von 55 elektrostatischen Einheiten.[1] Daraus geht hervor, daß die Intensität der α-Strahlung der Lackscheibchen sehr groß ist.

---

[1] Die Angaben über die Qualitäten der eben besprochenen Radiumpräparate verdanke ich der Güte der Herren Prof. Dr. S. Meyer und Privatdozenten Dr. V. Heß.

Avena sativa.

Die zum Versuch verwendeten Keimlinge wurden in tiefster Finsternis auf Keimschalen zur Keimung gebracht, dann in Blumentöpfen oder eckigen Glaswannen in eine gerade Reihe gepflanzt und, sobald sie eine Länge von etwa 1 bis $1^1/_2$ *cm* erreicht hatten, in der Dunkelkammer vor dem Radiumröhrchen aufgestellt. Alle vorbereitenden Prozeduren wurden so ausgeführt, daß kein Heliotropismus induziert werden konnte. Zu diesem Zweck arbeitet man im Lichte einer Glühlampe, deren Strahlen eine mit Kaliumbichromat gefüllte Senebier'sche Glocke zu passieren hatten. In einem so erleuchteten Raum kann man viele Stunden arbeiten, ohne befürchten zu müssen, Heliotropismus zu induzieren.

Es ist bekannt, daß alle radiumhältigen Baryumverbindungen selbst leuchten. Die Haloidsalze leuchten in wasserfreiem und trockenem Zustand besonders stark. Bei Wasseraufnahme verlieren die Präparate einen großen Teil ihrer Leuchtkraft, gewinnen sie jedoch durch das Trocknen wieder.[1] Nach dem experimentellen Befund im Wiener Radiuminstitut leuchten auch ganz reine $RaCl_2$-Salze ohne Baryumbeimengung sehr kräftig, besonders wenn sie frisch getrocknet sind (mündliche Mitteilung des Herrn Prof. Dr. S. Meyer). Die mir zur Verfügung gestellten Präparate leuchteten mit verschiedener Intensität; am stärksten leuchtete das Röhrchen *Z*. Weniger stark leuchtete das Röhrchen M_0.

Wenn man aus der Tageshelle in die Dunkelkammer eintrat, sah man das Licht des Röhrchens *Z* sofort[2] oder nach ein paar (3 bis 5) Sekunden, das des Röhrchens M_0 erst nach etwa 3 Minuten. Das Licht des Röhrchens *Z* reichte für ein dunkel adaptiertes Auge nicht aus, um die Taschenuhr abzulesen, und

---

[1] Mme. S. Curie, Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen. 1904, p. 79 bis 82. Die Wissenschaft. Sammlg. naturw. Monographien. I. Heft, 3. Aufl.

[2] Körnicke sagt von seinem Präparate, mit dem er seine heliotropischen Versuche machte und das nur 5 *mg* $RaBr_2$ enthielt, daß es einen matten Schimmer schon »kurze Zeit« nach dem Eintreten aus der Tageshelle in die Dunkelkammer zeigte.

war viel schwächer als das einer Strichkultur von *Pseudomonas lucifera* Molisch.

Das an einem Holzstäbchen in horizontaler Lage befestigte Röhrchen *Z* wurde parallel zu den in einer geraden Reihe gepflanzten Keimlingen in einer Entfernung von etwa 1 bis 3 *cm* so aufgestellt, daß es die Spitzen der Keimlinge etwas überragte. Über das Ganze stülpte ich noch, obwohl der Versuch in einer lichtdichten Dunkelkammer ablief, zur Sicherheit, um ja alles Licht abzuhalten, einen Zinksturz. Die Temperatur der Kammer betrug 17 bis 18° C. 48 Stunden nach Beginn des Versuches boten die Keimlinge das in der Photographie (1)

Fig. 1.

Haferkeimlinge (*Avena sativa*), 48 Stunden einem leuchtenden Radiumröhrchen ausgesetzt. Alle Keimlinge wachsen auf das Licht des Röhrchens zu, sie sind positiv heliotropisch.

festgehaltene Bild. Sie waren sämtlich deutlich positiv heliotropisch gekrümmt.

Derselbe Versuch wurde auch mit dem Präparat M_0 gemacht und ergab gleichfalls ein unzweideutiges Resultat.

Die Photographie (2) zeigt einen heliotropischen Versuch vor einem Radiumröhrchen (*Z*), von oben gesehen. Man bemerkt vor dem Röhrchen in einer Entfernung von 2 *cm* eine Reihe von 19 Haferkeimlingen, die um so mehr heliotropisch gekrümmt erscheinen, je näher sie sich dem Röhrchen befinden. Daß der Heliotropismus nur von den leuchtenden Strahlen der Radiumpräparate hervorgerufen wird, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man das Röhrchen mit einem schwarzen Papier umhüllt. Es unterbleibt dann jede helio-

tropische Krümmung; die Keimlinge wachsen dann gerade vertikal weiter, da die das Papier durchdringenden β- und γ-Strahlen nicht richtend auf die Keimpflanzen einwirken und die α-Strahlen in diesen Versuchen nicht in Betracht

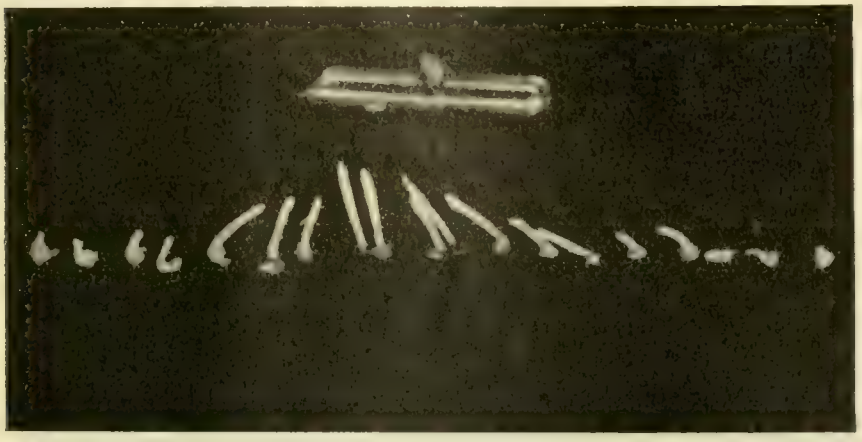


Fig. 2.
Haferkeimlinge *(Avena sativa)*, positiv heliotropisch zum Radiumröhrchen gekrümmt. Von oben gesehen. Versuchsdauer 48 Stunden.

kommen, weil sie durch die Glaswand des Röhrchens absorbiert werden.

Vicia sativa.

Ich machte meine Versuche zuerst mit dem schwächer leuchtenden Röhrchen M_0 und erhielt anfangs keine einheitlichen Resultate, solche stellten sich erst ein, als gewisse Eigentümlichkeiten der Wicke im Experiment die gebührende Beachtung fanden.

Wie bereits Körnicke gezeigt hat, wirken die dunklen $(\beta+\gamma)$-Strahlen wachstumshemmend auf die Stengel und Wurzeln von *Vicia Faba* und diese Eigenschaft tritt auch bei *Vicia sativa* nach meinen Erfahrungen prägnant hervor. Folgender Versuch gibt davon eine deutliche Anschauung. In einer mit Erde gefüllten Glaswanne wurden ganz junge Wickenkeimlinge in einer geraden Linie gepflanzt und, nachdem sie eine Höhe von 1 bis 2 *cm* erreicht hatten, wurde das Röhrchen in der Mitte der Reihe parallel zu ihr in einer Entfernung von $^1/_2$ *cm* in etwa Knospenhöhe aufgestellt. Das Ganze wurde noch mit einem Zinksturz bedeckt. 24 Stunden später

waren die in nächster Nähe des Röhrchens stehenden Keimlinge ganz schwach positiv heliotropisch gekrümmt und im Wachstum auffallend zurückgeblieben. 4 Tage nach Beginn des Versuches wurden die Keimlinge photographiert (Fig. 3). Die dem Röhrchen nächsten Keimlinge sind während der Versuchszeit nur wenig gewachsen, zeigen einen dünnen Stengel und im allgemeinen eine viel weniger nutierende Knospe und viel weniger Anthocyan als die ferner stehenden. Die letzteren hatten eine Länge von 9 bis 20 *cm*, die ersteren eine von 2 bis

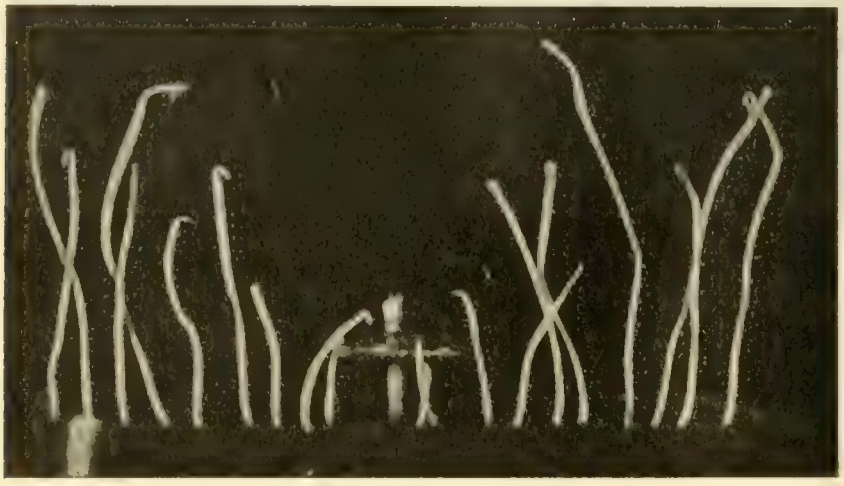


Fig. 3.

Wickenkeimlinge (*Vicia sativa*) unter dem Einfluß eines Glasröhrchens mit Radium. Die dem Röhrchen zunächst stehenden Keimlinge erscheinen im Wachstum außerordentlich gehemmt.

3·5 *cm*. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, daß die aus dem Glasröhrchen kommenden β- und γ-Strahlen eine stark hemmende Einwirkung auf das Wachstum ausüben.

Diese Hemmung ist bei verschiedenen Pflanzen nach meinen Untersuchungen mit dem Röhrchen M_0 verschieden groß, bei *Vicia sativa* sehr groß, bei *Cucurbita Pepo* groß, bei *Avena sativa* unbedeutend und bei *Hordeum vulgare* kaum bemerkbar.

Sollen also Wickenkeimlinge auf ihren Heliotropismus im Radiumlicht geprüft werden, so dürfen sie nicht zu nahe stehen, weil sie dann in ihrem Wachstum so gehemmt werden, daß der Heliotropismus schon aus diesem Grunde verschleiert werden kann. Außerdem ist der Einfluß der sogenannten Laboratoriums-

luft sehr zu beachten.[1] Bekanntlich wirken die in der Luft von Laboratorien vorhandenen gasförmigen Verunreinigungen der Luft in verschiedener Weise auf gewisse Keimlinge ein; sie verdicken sich, werden im Längenwachstum gehemmt und wachsen bei Abschluß von Licht nicht vertikal, sondern mehr oder weniger schief oder horizontal, indem der negative Geotropismus nicht zutage tritt. Diese »horizontale Nutation«, die in der Laboratoriumsluft sogar am Klinostaten zur Geltung kommt,[2] tritt besonders schön bei ganz jungen, etwa $^1/_2$ bis 1 *cm* langen Wicken-, Linsen- und Erbsenkeimlingen scharf hervor und kann sehr leicht eine tropistische Krümmung vortäuschen. Diese horizontale Nutation vollzieht sich nämlich gewöhnlich in der zwischen den beiden Keimblättern liegenden Medianebene und, wenn die keimenden Samen so eingepflanzt werden, daß sie alle mit dieser Medianebene gegen die Lichtquelle gleichgerichtet sind, kann ihre horizontale Nutation gleichförmig ausfallen und dann positiven oder negativen Heliotropismus vortäuschen. Man muß daher besonders in Experimenten, wo infolge der sehr schwachen Lichtquelle keine sehr prägnanten Krümmungen zu erwarten sind, beim Einpflanzen der Keimlinge auf die Richtung der Mediane achten. Um Täuschungen zu entgehen, empfiehlt es sich daher, die Keimlinge so zu pflanzen, daß die Mediane, d. h. die Ebene der nutierenden Spitze parallel zu der Längsachse des Radiumröhrchens liegt. Das Licht fällt dann auf die Flanke des Keimlings.

Es ist ferner für den deutlichen Ausfall der heliotropischen Versuche von großer Bedeutung, die Experimente nicht, wie ich dies ursprünglich tat, unter Dunkelstürzen zu machen, sondern unbedeckt, um die Pflanzen absichtlich der Laboratoriumsluft auszusetzen. Unter dem Sturze werden die gasförmigen Verunreinigungen der Luft durch die große Oberfläche des Blumentopfes und der Topferde absorbiert,[3] es erfolgt eine

---

[1] Siehe die einschlägige Literatur bei Molisch H., Über Heliotropismus. L. c., p. 7, und bei Richter O., Diese Sitzungsberichte, Bd. CXV, Abt. I, 1906.

[2] Richter O., Die horizontale Nutation. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXIX, 1910, p. 1051.

[3] Molisch H., Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXX, Abt. I, Jänner 1911, p. 5.

Reinigung der Luft, der negative Geotropismus kommt zur Geltung und wirkt dem Heliotropismus entgegen. Läßt man aber die Keimlinge unbedeckt in der Laboratoriumsluft wachsen, so entfällt mehr oder weniger der negative Geotropismus und der Heliotropismus tritt nach Ausschaltung der störenden Komponente um so schöner in Erscheinung. Ich habe auf diese Tatsachen schon bei meinen Versuchen über Heliotropismus im Bakterienlicht[1] und dem durch Radium hervorgerufenen Phosphoreszenzlicht hingewiesen,[2] O. Richter hat sie weiter verfolgt und bestätigt[3] und nun konnte ich sie wieder beim Heliotropismus im Radiumlicht beobachten. Immer traten die heliotropischen Krümmungen in der Laboratoriumsluft schärfer und prägnanter hervor als in reiner Luft. Dies zeigte sich sogar in meiner Dunkelkammer des Radiuminstituts, obwohl die Luft hier nicht besonders stark verunreinigt war. In der Kammer befand sich ein Gasofen, der pro Tag nur etwa $^1/_4$ Stunde geheizt wurde und daher nicht viel Heizgase entwickelte. Trotzdem ergab sich ein sichtlicher Unterschied bei Versuchen mit bedeckten und unbedeckten Keimlingen, wie die beiden folgenden Versuche und Photographien zeigen.

Fig. 4.
Wickenkeimlinge *(Vicia sativa)*. 48 Stunden einem Radiumröhrchen in relativ reiner Luft ausgesetzt. Sie sind alle heliotropisch gekrümmt, aber nicht sehr scharf, da in der reinen Luft der Geotropismus dem Heliotropismus entgegenarbeitet.

Versuch unter Dunkelsturz. Vor einer Reihe von Keimlingen der Wicke wurde das Röhrchen Z in einer Entfernung von 2·5 *cm* parallel aufgestellt. Nach 48 Stunden wurde der Versuch photographiert (Fig. 4). Es zeigte sich, daß alle Keimlinge zu dem Röhrchen heliotropisch gekrümmt waren,

[1] Molisch H., Leuchtende Pflanzen. Jena 1904, p. 145.

[2] Molisch H., Über Heliotropismus. L. c., p. 7.

[3] Ob die von v. Guttenberg (Jahrb. f. w. Bot., Bd. XLVII, 1910, p. 462 ff.) dagegen erhobenen Bedenken berechtigt sind, bedarf weiterer Untersuchungen.

aber die Krümmungen waren, weil sich die Keimlinge in relativ reiner Luft befanden und der negative Geotropismus zur Geltung kam, ziemlich flach.

Versuch unbedeckt. Macht man den Versuch so, daß die Keimlinge ohne Sturz der etwas verunreinigten Luft der Dunkelkammer ausgesetzt waren, so tritt der Heliotropismus schon prägnanter auf (Fig. 5). Die dem Röhrchen zunächst stehenden Keimlinge bleiben, weil von der dunklen Strahlung des Radiums geschädigt, kürzer und flacher gekrümmt, die entfernteren sind länger und unter stärkerem Winkel gekrümmt. Bei unbedeckten Keimlingen tritt noch in einer Entfernung von

Fig. 5.

Wickenkeimlinge *(Vicia sativa)*. 3 Tage dem Radiumröhrchen in der verunreinigten Luft ausgesetzt. Der Heliotropismus tritt viel deutlicher und in viel größerer Entfernung auf, da der Geotropismus durch die Verunreinigungen der Luft teilweise eliminiert ist und dem Heliotropismus nicht stark entgegenwirkt.

11 *cm* deutlicher Heliotropismus ein, während bei bedeckten Keimlingen, die sich in relativ reiner Luft befanden, schon auf eine Entfernung von 4 bis 5 *cm* der Heliotropismus gewöhnlich ausbleibt.

Das Resultat wäre noch prägnanter ausgefallen, wenn die Luft meines Versuchsraumes noch stärker verunreinigt gewesen wäre. Es wurde schon bemerkt, daß der Gasofen nur $^1/_4$ Stunde während eines Tages in Tätigkeit war, und ich füge hinzu, daß die Beleuchtung in der Dunkelkammer durch elektrische Glühlampen besorgt wurde, daher Gasrohre, abgesehen von der kurzen Zuleitung zum Gasofen, so gut wie nicht vorhanden waren.

Auch bei den Wickenkeimlingen kann man sich leicht überzeugen, daß es bloß die von dem Radiumpräparat ausgehenden leuchtenden Strahlen sind, die den Heliotropismus hervorrufen, und nicht die dunkeln β- und γ-Strahlen. Umhüllt man das Röhrchen auch nur mit einer einzigen Lage schwarzen Papiers, so wachsen die Keimlinge in reiner Luft gerade, der Heliotropismus unterbleibt.

Dieser Versuch ist von Wichtigkeit. Man könnte nämlich den Einwand machen, die Krümmung zu dem leuchtenden Röhrchen sei eigentlich gar keine heliotropische, sondern erfolge, weil die dem Röhrchen zugewendete Stengelhälfte durch die dunkle Strahlung stärker im Längenwachstum gehemmt werde als die abgewendete Hälfte. Wenn aber die Krümmung nach Zwischenschaltung eines einzigen Blattes schwarzen Papiers, durch welches die dunkle Strahlung fast ungehindert hindurchgeht, schon ausbleibt, so können eben nur die Lichtstrahlen für die Zukrümmung verantwortlich gemacht werden. Ein anderer Tropismus als Heliotropismus wird durch die Radiumpräparate nicht hervorgerufen. Das Gesagte bedarf aber noch einer Ergänzung. Die bisher von mir beschriebenen Experimente wurden mit Radiumpräparaten ausgeführt, die in Glasröhrchen eingeschlossen waren. Nun ist es aber bekannt, daß die α-Strahlen des Radiums von Glas so gut wie vollständig absorbiert werden und daß mithin bei allen meinen bisherigen Versuchen die α-Strahlung so ziemlich ausgeschlossen war. Dasselbe gilt auch von den Versuchen Körnicke's.

Nun wäre es ja immerhin möglich, daß zwar die β- und γ-Strahlung nicht imstande ist, einen Tropismus hervorzurufen, wohl aber die α-Strahlung. Ich habe daher diesen Punkt noch speziell untersucht. Um die Pflanzen der α-Strahlen zu exponieren, wurden die auf p. 308 erwähnten Lackscheibchen verwendet, von denen eine sehr kräftige α-Strahlung ausging. Wenn ich Keimlinge der Wicke, des Rettigs, des Leins diesen Scheibchen in einer Entfernung von wenigen Millimetern bis 2 und 3 *cm* gegenüberstellte, trat bei den sehr nahestehenden, gleichgültig ob sie mit einem Sturze bedeckt oder unbedeckt waren, eine auffallend starke Hemmung des Längenwachstums auf, eine tropistische Krümmung positiver oder negativer Art

war aber nicht zu bemerken. Nur bei Haferkeimlingen, die im Gegensatz zu Wickenkeimlingen in ihrem Längenwachstum sehr wenig beeinträchtigt werden, schien es, als ob manchmal eine sehr schwache Wegkrümmung stattfände, aber die Erscheinung trat doch bei den vielen von mir gemachten Versuchen so selten ein, daß ich geneigt bin, diese äußerst schwache Krümmung nicht einem durch die α-Strahlung hervorgerufenen Tropismus, sondern irgendeinem anderen mir unbekannten Faktor, vielleicht spontanen Nutationen, zuzuschreiben.

Auch als ich die von Polonium ausgehende Strahlung, die bekanntlich nur α-Strahlen enthält, Keimlingen des Hafers fast bis zur Berührung des Präparates aussetzte, zeigte sich keinerlei Tropismus. Mein Präparat bestand aus einem 7 *cm* langen und 2·1 *cm* breiten, mit einer äußerst dünnen Schicht von Polonium bedeckten Platinblech. Die α-Strahlung war aber sicher hier auf die Flächeneinheit bezogen, viel schwächer als bei den verwendeten Lackscheibchen. Der Sättigungsstrom des Poloniumpräparates war = 60 elektrostatischen Einheiten und gleich 80 partes.

Besonders auffallend war die bei den Wicken infolge der α-Strahlung eingetretene Hemmung des Längenwachstums. Keimlinge, die bis $^1/_2$ *cm* vor dem Scheibchen standen, wuchsen nur wenig weiter, erreichten nach zweitägiger Bestrahlung eine Länge von 2 *cm*, während die seitlich vom Scheibchen stehenden inzwischen 12 bis 15 *cm* lang geworden waren. Die geschädigten Keimstengel zeigten stellenweise eine bräunliche Färbung und wuchsen, unter normale Verhältnisse gebracht, fast nicht weiter, sondern bildeten nach einiger Zeit neue Triebe aus den Achseln der Cotyledonen.

Zusammenfassung.

1. Die von stark leuchtenden Radiumpräparaten ausgehenden Lichtstrahlen können positiven Heliotropismus hervorrufen. Hafer- *(Avena sativa)* und Wickenkeimlinge *(Vicia sativa)* krümmen sich auf leuchtende Radiumpräparate in auffallender Weise zu. Bei gewissen Keimlingen, z. B. denen der Wicke, tritt gleichzeitig eine starke Hemmung des Längen-

wachstums ein, weshalb bei heliotropischen Versuchen die Keimlinge nicht allzu knapp beim Radiumröhrchen gepflanzt sein dürfen.

2. Da die Lichtintensität der Radiumpräparate im allgemeinen eine sehr schwache ist, so gelingen die Versuche nur mit heliotropisch empfindlichen Pflanzen. Keimlinge der Gerste *(Hordeum vulgare)* und der Sonnenblume *(Helianthus annuus)*, die eine weit geringere heliotropische Empfindlichkeit besitzen als Wicke und Hafer, wurden durch die mir zur Verfügung stehenden Radiumpräparate niemals zu heliotropischen Krümmungen veranlaßt.

3. Die heliotropische Wirkungssphäre der Radiumpräparate ist bei Keimlingen, die unter einem Metall- oder Glassturz gezogen werden, eine viel kleinere als bei solchen, die unbedeckt in der Dunkelkammer stehen. Wie schon bei früheren heliotropischen Versuchen des Verfassers im Bakterienlichte zeigte sich auch hier, daß die gasförmigen Verunreinigungen der sogenannten Laboratoriumsluft den negativen Geotropismus bei gewissen Keimlingen schwächen oder ganz ausschalten und daß dann der Heliotropismus um so klarer hervortritt. Dies trifft nun auch für den Heliotropismus im Radiumlichte zu. Unter Sturz werden die die Luft verunreinigenden Stoffe durch die große, poröse Oberfläche der Erde absorbiert und die Luft hierdurch gereinigt. In reiner Luft wirkt das Radiumlicht nur auf 2 bis 3 *cm* heliotropisch, in verunreinigter hingegen bis auf 13 *cm*.

4. Die von Radiumpräparaten ausgehenden dunkeln α-, β- und γ-Strahlen beeinflussen die Keimlinge in verschiedener Art: sie hemmen häufig das Längenwachstum in hohem Grade, verkürzen die Dauer der spontanen Nutation der Knospenspitze, hemmen die Bildung von Anthocyan (Wicke), üben aber keinen richtenden Einfluß auf die Keimstengel, d. h. sie rufen keinen Tropismus hervor.

5. Bei einer separaten Prüfung der α-Strahlen ergab sich, daß diese für sich bei verschiedenen Pflanzen gleichfalls eine sehr bedeutende Hemmung des Längenwachstums und eine Schädigung hervorrufen, z. B. bei Keimlingen der Wicke.

Zur physiologischen Anatomie der Epidermis und des Durchlüftungsapparates der Bromeliaceen

von

K. Linsbauer.

Aus dem botanischen Institut der Universität Czernowitz.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. März 1911.)

Eine gelegentliche Untersuchung der Stomata einiger Bromeliaceen ließ einen so eigenartigen Bautypus ihres gesamten Durchlüftungsapparates erkennen, daß ein spezielles Studium dieser Verhältnisse vom anatomisch-physiologischen Gesichtspunkte als Ergänzung der bereits mehrfach vorliegenden Untersuchungen dankenswert erschien.

Zur Untersuchung stand mir, abgesehen von dem Bromeliaceensortiment des hiesigen botanischen Gartens, ein ziemlich reichliches Alkoholmaterial zur Verfügung, welches dem Wiener pflanzenphysiologischen Institut, den Gewächshäusern des botanischen Gartens in Wien, des k. k. Hofgartens Schönbrunn und der k. k. Gartenbaugesellschaft in Wien, dem botanischen Garten in München und insbesonders in Leyden entstammte. Den Vorständen und Direktoren der genannten Institute und botanischen Gärten, welche mich durch freigebige Überlassung von Untersuchungsmaterial in entgegenkommendster Weise unterstützten, sage ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

Ich untersuchte Vertreter nachstehender Gattungen:[1]

Bromeliaceae:

Billbergiinae: *Bromelia, Karatas, Nidularium* (inklusive *Aregelia*), *Greigia*, *Cryptanthus*, *Disteganthus*, *Ochagavia*, *Ananas*, *Billbergia*, *Quesnelia*.

Aechmeinae: *Portea*, *Aechmea*, *Ortgiesia*, *Pothuava*, *Lamprococcus*, *Chevaliera*, *Hohenbergia*, *Echinostachys*, *Macrochordium*, *Canistrum*.

Pitcairnieae: *Pitcairnia*.

Puyeae: *Puya (Pourretia)*, *Encholirion*, *Dyckia*, *Hechtia*.

Tillandsieae: *Carraguata*, *Massangea*, *Schlumbergeria*, *Guzmannia*, *Tillandsia*, *Vriesea*, *Catopsis*.

Eine vergleichend-anatomische Untersuchung (deren Durchführung ich veranlaßte) lag keineswegs im Plane der vorliegenden Arbeit; ich werde mich daher in der Folge stets auf die Anführung einzelner spezieller Beispiele beschränken.

Da zum Verständnisse des Spaltöffnungsapparates auch die Kenntnis des Hautgewebes erforderlich ist, will ich in Kürze die Schilderung ihres Baues voranschicken, wobei einige neue oder wenig bekannte Details in den Vordergrund der Darstellung gerückt werden sollen.

Das Hautgewebe der Bromeliaceen.

Unsere Kenntnis der Bromeliaceenepidermis beruht, von gelegentlichen Angaben bei Krocker, Mohl und Wiegand abgesehen, hauptsächlich auf den Untersuchungen von Pfitzer, Westermaier und Schimper. Die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Cedervall und die nicht minder verdienstlichen physiologisch-anatomischen Studien P. Richter's haben in dieser Richtung nichts wesentlich Neues gebracht.

---

[1] Anordnung nach Wittmack in Engler und Prantl, Pflanzenfam. II., 4. Die Nomenklatur der Arten erfolgt tunlichst im Anschluß an die Mez'sche (II) Monographie.

Die Epidermis ist bekanntlich durch eine eigenartige Verdickungsweise charakterisiert, indem die inneren Verdickungsschichten die Außenwand an Mächtigkeit zu übertreffen pflegen; der Grad der Verdickung ist natürlich nach Art und ihren Standortsverhältnissen wechselnd (P. Richter). Der Epidermis schließt sich zumeist ein hypodermales Gewebe an, das in zwei funktionell verschiedene Gewebe differenziert ist. Während die periphere Lage durch eine starke Verdickung sich als mechanisch wirksam dokumentiert — Hypoderm im engeren Sinne [1] — sind die inneren oft (namentlich oberseits) außerordentlich mächtigen und aus zahlreichen Schichten aufgebauten Lagen als Wassergewebe ausgebildet, das wie ein geschlossener Mantel das ganze Mesophyll umhüllt.

In Ergänzung des Bekannten möchte ich nachstehend einige Beobachtungen mitteilen, soweit ihnen höheres Interesse zukommt.

Was zunächst die Form der Epidermiszellen betrifft, so erscheinen sie zumeist, namentlich über den »Nerven«, in der Achse des Blattes gestreckt; die Schmalwände sind quer oder schräg gestellt, so daß bisweilen ein ausgesprochen prosenchymatischer Anschluß der Zellen zustande kommt. In anderen Fällen treten beide Typen regellos nebeneinander auf oder es ist die prosenchymatische Form auf die Epidermiszellen des Blattrandes beschränkt (z. B. *Bromelia fastuosa* Ldl.). Durch Verkürzung der Zellen in axialer Richtung erscheint der Umriß bisweilen quadratisch bis rautenförmig (*Aregelia concentrica* Mez,[2] *Areg. Binoti* Mez, *Canistrum aurantiacum* Morr.). Nicht selten trifft man Oberhautzellen von gleichfalls isodiametrischer Form und infolge tiefbuchtiger Wellen sternförmigem Umriß (*Bromelia maculata* Hort., *Aechmea Ortgiesii* Bak., *Hohenbergia augusta* Mez.); seltener, namentlich bei mächtiger Dickenentwicklung der Seitenwände, erscheint das Lumen klein, fast kreisförmig oder elliptisch (*Ananas*, *Billbergia*

[1] Haberlandt, I, p. 114, rechnet natürlich vom physiologischen Standpunkte diese Lage zur Epidermis, das Wassergewebe hingegen zum Speichergewebe. Entwicklungsgeschichtlich sind jedoch beide hypodermalen Ursprungs (cf. Pfitzer, p. 47).

[2] = *Karatas acanthocrater* Bak., Taf. I, Fig. 2.

vittata Brgn.). Zur Blattachse quer gestellte Epidermiszellen, welche für Bromeliaceen gelegentlich angegeben werden, habe ich bei den zahlreichen von mir untersuchten Arten niemals angetroffen.

Die Seitenwände der Epidermiszellen sind nach den vorliegenden Literaturangaben bald gewellt, bald gerade. Tatsächlich findet man alle Übergänge zwischen deutlich gewellten, relativ dünnwandigen Membranen (z. B. Oberseite von *Canistrum Lindeni* Mez,[1] *Aechmea bracteata* Mez,[2] *Aechmea Pinneliana* Bak.[3]), dickeren Wänden mit kaum angedeuteten Buchten (Taf. I, Fig. 1, 2) und völlig ungewellte Zellen mit meist überaus dicken Seitenwänden (Fig. 5). Die Beziehung zwischen Membrandicke und dem Grad der Wellung ist unverkennbar, insbesondere, wenn beide Typen nebeneinander auftreten. Man findet in solchen Fällen (*Cryptanthus*-Arten) ungemein stark verdickte, gerade Querwände und relativ dünnwandige, dafür aber gewellte Längswände in jeder Zelle. Bisweilen kann die Membrandicke den Lumendurchmesser übertreffen, wie es für *Ananas*-Arten typisch ist, eine bei Epidermiszellen jedenfalls seltene Erscheinung.

Diese Membranverdickungen kommen in einer sehr eigenartigen Weise zustande; der Verdickungsmodus macht auch das Fehlen der Wellung gerade bei den stark verdickten Membranen verständlich. Bei den dünnwandigen, allseits gewellten Oberhautzellen folgen die sekundären Verdickungsschichten genau dem Verlauf der Mittellamellen. Die dickeren Membranen zeigen ein anderes Verhalten; infolge der ungleichmäßigen Dicke der aufgelagerten Verdickungsschichten werden die ursprünglichen Falten ausgeglichen, so daß die primäre Wellung nur mehr durch stumpfe, ungleiche Buchten angedeutet oder auch völlig verloren gegangen ist. Die anfängliche Wellung ist dann nur mehr an dem geschlängelten Verlauf der Mittellamelle erkennbar (Fig. 1, 2). Unterscheidet sich diese infolge ihres Lichtbrechungsvermögens nicht von den übrigen Membran-

[1] = *Nidularium Lindeni* Rgl.

[2] = *Aechmea Barlei* Bak.

[3] = *Echinostachys Pinneliana* Brgn.

schichten, so deutet im ausgebildeten Zustand nichts mehr auf eine ursprüngliche Wellung hin (*Aregelia Binoti* Mez, *Nidularium striatum* Bak. u. v. a.; siehe auch Fig. 5 und 9). Es gelingt aber leicht, auch in diesen Fällen die Mittellamelle sichtbar zu machen; sie erscheint dann ohne Ausnahme gewellt. Oft genügt hierzu eine kurze Einwirkung von Chlorzinkjod, Salzsäure oder einem geeigneten Tinktionsmittel. Noch besser führt jedoch konzentrierte H_2SO_4 oder Chromschwefelsäure zum Ziele, welche die oft gallertig aussehenden Verdickungsschichten in kürzester Zeit auflösen, während die gewellte Mittellamelle dank ihrer bedeutenden Resistenz gegen chemische Agentien lange erhalten bleibt (Fig. 6 und 9).

Selbst im extremsten Falle, bei *Ananas*-Epidermen, tritt bei dieser Behandlung vorübergehend die schönste Membranwellung zutage. Daß es sich dabei nicht um Kunstprodukte, etwa eine Membrankontraktion als Folge der Präparation handelt, erhellt unter anderem aus den nicht seltenen Fällen, wo an den Schnitträndern durch bloßes mechanisches Zerreißen die Zellen der Epidermis aus dem gegenseitigen Verbande weichen. Die Loslösung erfolgt dann oft genau nach der Mittellamelle, deren Wellung nunmehr im isolierten Zustand deutlich hervortritt (*Billbergia nutans* Wendl., Fig. 7). Der gegenseitige Verband ist trotz der Verzahnung ein auffallend geringer, wovon man sich bei künstlich zerrissenen Schnitten leicht überzeugen kann.

Eine besondere Erwähnung verdienen auch die Fälle, wo die bereits angelegten Verdickungsschichten augenscheinlich sekundär miteinander verschmelzen, eine Erscheinung, die in Zusammenhang mit den eigenartigen chemischen und wohl auch physikalischen Eigenschaften der Bromeliaceenepidermis steht. Besonders schön wurde dieser Fall beobachtet bei *Cryptanthus Beuckeri* Morr. (Fig. 8) und *Billbergia thyrsoidea* Rgl. (Fig. 10), wo alle Übergänge von deutlicher Wellung bis zu mächtigen, anscheinend ungewellten Membranen auftreten. Man erkennt, wie hier zunächst enge Falten an der Basis miteinander verschmelzen, so daß stellenweise die Seitenwände wie perforiert erscheinen (Fig. 10). Ist die Verschmelzung eine vollständige, so weist natürlich nichts auf die ursprüngliche Membranfaltung

hin. Oft ist diese Erscheinung nur auf die Querwände beschränkt (*Cryptanthus Beuckeri* Morr.).

Zu dieser eigentümlichen Ausbildung der Seitenwände gesellt sich als weiteres Charakteristikum der Bromeliaceenoberhaut die bekannte Erscheinung, daß die Außenwand wesentlich schwächer als die Innenwand verdickt erscheint, eine Tatsache, die in der ganzen Bromeliaceenliteratur immer wieder betont wird. Ohne Ausnahme ist dieses Verhalten jedoch nicht (cf. Mez, II, p. LIII). In vereinzelten Fällen fand ich gleichfalls die Außenwand kaum schwächer oder sogar stärker verdickt als die Innenwand. Dies ist bei Arten mit hohen Epidermiszellen der Fall, welche sich auch durch den Besitz dünner, gewellter Seitenwände dem normalen Typus der Oberhautzellen nähern. Zweifellos besteht ein Konnex zwischen der Dicke der Außenwand mit der Ausbildung des (mechanischen) Hypoderms. Fehlt dieses, so fällt seine Funktion ausschließlich der Epidermis zu, was in der zunehmenden Dicke der Außenwand zum Ausdruck kommt.

Besonders schön beobachtete ich diese Korrelation zwischen beiden Gewebearten bei *Bromelia fastuosa* Ldl. Über den Schwammparenchymstreifen, die von Gefäßbündeln flankiert werden, fehlt das typische Wassergewebe, die Zellen des (mechanischen) Hypoderms werden dünnwandiger, die Epidermiszellen gewinnen hingegen an Höhe und nähern sich auch insofern den normalen Epidermiszellen, als ihre Außenwände an relativer Mächtigkeit zunehmen. Zwischen je zwei Schwammparenchymstreifen bildet sich hingegen, dem Verlauf der Gefäßbündel folgend, ein mächtiges Wassergewebe aus, dessen blasebalgartiges Spiel hier keine störenden Zerrungen verursacht, da durch die Gefäßbündel mit ihren Bastbelegen einerseits, das mechanische Hypoderm andrerseits das entsprechende Widerlager gegeben ist; die mechanische Funktion der Epidermis ist damit auf das Hypoderm, die Wasserspeicherung auf das Wassergewebe übergegangen. Die Oberhautzellen nehmen, zweier wichtiger Funktionen entledigt, an diesen Stellen die für die Bromeliaceen so charakteristische Gestalt und Verdickungsweise an. Ich führe diesen Fall besonders an, weil hier die korrelative Ausbildung der

genannten Gewebe vom biologischen Standpunkt wohl verständlich erscheint, während in anderen Fällen die gegenseitigen Beziehungen keineswegs immer so klar zutage treten.

Sehen wir von den oben genannten Ausnahmsfällen ab, so ist vielfach die Außenwand so dünn, daß sie von der Cuticula an Mächtigkeit erreicht, ja selbst übertroffen werden kann (*Aregelia Binoti* Mez). Cutinisierte Membranschichten fehlen überhaupt gänzlich.

Es sei hier noch auf eine ganz eigenartige Cuticularzeichnung aufmerksam gemacht, welche sich bei *Nidularium Innocentii* Lem. findet. Am Flächenschnitt scheinen zahlreiche Poren die Seitenwände zu durchsetzen (Fig. 3); bei genauerer Betrachtung erkennt man jedoch sofort, daß es sich hierbei nicht um Porenorgane handeln kann; zarte Streife ziehen vielmehr über die longitudinal verlaufenden Zellwände hinweg. Es sind feine Wellungen der Cuticula, wie man am besten nach Einwirkung von konzentrierter H_2SO_4 oder noch schöner an einem Kollodiumabdruck der unversehrten Membranen beobachten kann. Ein Fragment eines solchen Präparates ist in Fig. 4 dargestellt.

Nicht minder auffällig sind die Innenwände der Bromeliaceenepidermis beschaffen. Sie sind bekanntlich ungemein kräftig ausgebildet und bilden mit den gleichfalls stark verdickten Außenwänden des Hypoderms einen mächtigen Membrankomplex. Verfolgt man mit Hilfe geeigneter Tinktionsmittel den Verlauf der trennenden Mittellamelle, so beobachtet man sehr häufig (z. B. bei *Quesnelia roseo-marginata* Carr., *Bromelia maculata* Hort., *Aregelia concentrica* Mez, *Cryptanthus bivittatus* Rgl. u. a.), insbesondere oberseits eine förmliche Verkeilung der Epidermiselemente zwischen die Zellen des Hypoderms, wodurch ein selten inniger Kontakt beider Schichtenkomplexe zustande kommt, der auch eine Ablösung der Oberhaut vom subepidermalen Gewebe verhindert (Fig. 12). Diese zapfenförmige Verbindung läßt sich am besten durch Mazeration zur Darstellung bringen, welche im vorliegenden Falle am leichtesten gelingt, wenn man Schnitte durch das Gewebe auf dem Objektträger wenige Minuten in Glyzerin

kocht,[1] wobei sich die Oberhaut als Ganzes freiwillig oder mit leichter Nachhilfe vom Hypoderm ablöst (Fig. 11). Es liegt hier ein Seitenstück zu dem Falle von Verzahnung der Epidermis mit dem hypodermalen Gewebe vor, welchen Fr. v. Höhnel für die Spelzen verschiedener Gramineen nachwies.[2]

Was den Chemismus der Epidermismembranen betrifft, so kann ich dem Bekannten nichts wesentlich Neues hinzufügen. Die Oberhautzellen geben, wie aus den Untersuchungen von Krasser, Fischer und Sp. Moore[3] bekannt, im allgemeinen keine Zellulosereaktion; ich konstatierte eine solche nur häufiger in der innersten Wandlamelle der oberseitigen Blattepidermis. Rutheniumrot, das die Flügel der Trichomschuppen, wie Mez (I) fand, intensiv tingiert, färbt gerade die Epidermiszellen nicht oder schwach, während diese durch das Millon'sche Reagenz intensiv gerötet werden.

Bei der Fülle von Eigentümlichkeiten, welche die Bromeliaceenepidermen aufweisen, muß wohl auch die normale Funktion in wesentlicher Weise modifiziert sein, doch ist man in dieser Hinsicht zumeist auf bloße Vermutungen angewiesen, da eine experimentelle Behandlung zumeist auf allzugroße Schwierigkeiten stößt.

Sicher ist, daß die Epidermis in typischen Fällen mit Rücksicht auf die Zartheit ihrer Außenwand als Schutzorgan nicht wesentlich in Betracht kommt. Die mechanische Partialfunktion der normalen Oberhaut ist hier auf das Hypoderm (genauer gesagt auf den von diesem und der Innenwand der Epidermis gebildeten Membrankomplex) übergegangen. Die Funktion der Wasserspeicherung wird naturgemäß vom spezifischen Wassergewebe übernommen.[1] Die Epidermis ist zur bloßen Trägerin der Cuticula geworden und hat demnach in erster Linie die Funktion des Transpirationsschutzes beibehalten. Die drei Hauptfunktionen der Oberhaut sind

---

[1] Die Mazeration beruht offenbar auf der Lösung des Pektins (Wisselingh).

[2] Vgl. auch Haberlandt (I, p. 105).

[3] Literatur über diesen Gegenstand bei Fr. Czapek (Biochemie, I, 1905, p. 558).

[1] Vgl. auch Haberlandt (I, p. 114).

auf drei verschiedenartige Gewebe verteilt, eine Arbeitsteilung, wie sie in gleicher Vollkommenheit anderweitig kaum vorkommen dürfte. Jede mechanische Bedeutung möchte ich jedoch der Oberhaut auch im vorliegenden Falle nicht absprechen. Westermaier hat schon betont, daß eine Festigung der »äußersten Membran« unter anderem erzielt werden könne »durch ein auf dieselbe befestigtes (d. h. an sie angewachsenes) Netzwerk von Leisten. Dieser Forderung entspricht die oft zu beobachtende Ansatzweise der Radialwände der Epidermiszellen an die Außenwand; sie setzen nämlich vielfach mit breiterer Basis an« (p. 74). Einen im Prinzip ähnlichen Fall finden wir auch bei den Bromeliaceen. Die antiklinen Wände der Epidermiszellen bilden ein zusammenhängendes System von Leisten, welches dem Hypoderm augelagert ist und daher dessen mechanische Wirksamkeit (Biegungsfestigkeit) zu erhöhen geeignet erscheint, umsomehr als diese Leisten mit breitem Grunde aufsitzen. In unserem Falle ist es eben nicht die Außenwand der Epidermis, sondern in erster Linie das Hypoderm, welches mechanisch in Anspruch genommen wird.

Die Verkeilung der Epidermis und zum Teil auch die abnorme Mächtigkeit ihrer Seiten- und Innenwände dürfte jedoch nur mit Rücksicht auf die Gesamtstruktur des Blattes gewürdigt werden können. Es scheint mir wahrscheinlich, daß sie im Zusammenhang mit den starken Kontraktionen steht, denen die meisten Bromeliaceenblätter zufolge der »Blasebalgorganisation« ihres Wassergewebes ausgesetzt sind. Die dabei in radialer, zumeist auch in tangentialer Richtung wirksamen Spannungen bedingen einen innigen Kontakt zwischen Epidermis und Hypoderm, soll eine Abhebung der beiden Gewebeschichten voneinander vermieden werden. Die dicken Seitenwände der Epidermiszellen setzen wohl den tangentialen Zugspannungen den nötigen Widerstand entgegen.

Die neuestens von Baumert geäußerte Vorstellung, daß die Bromeliaceenepidermen in gewissen Fällen die Funktion von Lichtreflektoren erfüllen, scheint mir hingegen nicht begründet und kaum zutreffend zu sein. Baumert leitet seine Anschauung aus dem »hohlspiegel«artigen Bau der Oberhautzellen ab, welcher durch die nach außen konkav gekrümmte

Innenwand zustande kommt. Ganz abgesehen davon, daß die Reflexion schon durch die Außenwand und die Cuticula beträchtlich geschwächt werden muß, wird sie in vielen Fällen, wo derartig gebaute Epidermiszellen von Trichomschuppen überlagert werden, völlig illusorisch; dasselbe gilt natürlich auch für die nach dem Hohlspiegeltypus gebauten Oberhautzellen der Blattunterseite. Nach Baumert sind allerdings die »Hohlspiegel« auf der Mitte der Blattoberseite weitaus am besten ausgebildet, während die Epidermiszellen gegen den Blattrand hin sich dem normalen Typus nähern.[1] Er erblickt darin insofern eine Stütze seiner Anschauung, als die Bromeliaceenblätter rinnenförmig gebaut sind und daher während der hellsten Tageszeiten nur die Blattmitte senkrecht von den Strahlen getroffen wird, während die Randpartieen nur mehr oder minder schräg beleuchtet werden und daher eines Lichtschutzes nicht bedürfen. Diese Überlegung bezüglich der Beleuchtungsverhältnisse würde wohl für annähernd horizontal gestellte rinnenförmige Blätter zutreffen. Die Blätter der Bromeliaceen stehen aber mehr minder steil aufgerichtet oder dabei im Bogen übergekrümmt. Bei dieser Orientierung fallen aber die Beleuchtungsdifferenzen zwischen Mitte und Rand gerade während der hellsten Tageszeit nicht ins Gewicht; durch diese Stellung an sich wird das senkrecht von oben einfallende Licht zum größten Teil unwirksam. Zudem gehören die Bromeliaceen mit trichomloser und glänzender oberseitiger Epidermis zu jenen Epiphyten, welche nach Schimper im Halbschatten gedeihen. Das Auftreten von Lichtreflektoren an derartigen Pflanzen ist auch vom ökologischen Standpunkt nicht zu verstehen.[2]

Zum Schlusse möchte ich noch über einen eigenartigen Inhaltskörper der Bromeliaceenepidermis berichten, der infolge seiner weiten Verbreitung geradezu zu deren Charakteristik gehört. Am Flächenschnitt bemerkt man bei der über-

[1] Ich führe das zurück auf die bereits besprochene Korrelation mit dem Hypoderma (vgl. p. 324).

[2] Natürlich ist zu bedenken, das der Glanz gewisser trichomarmer Bromeliaceenblätter auf der Reflexwirkung der ziemlich kräftigen Cuticula allein beruhen kann.

wiegenden Mehrzahl der Arten in jeder Oberhautzelle ein rundliches Gebilde, das man zunächst für eine Pore halten könnte; es liegt bald in der Mitte der Zelle, bald mehr dem Rande genähert (vgl. z. B. Fig. 2, 5 bis 7, 9). Am Querschnitt ist das Bild nicht minder dem einer kurzen Pore vergleichbar, die sich von der Innenwand der Oberhautzelle gegen das Hypoderm hinzieht (siehe unter anderem Fig. 11, 25). An dem Lichtbrechungsvermögen und dem Umriß erhellt jedoch seine Natur als Inhaltskörper. Er erscheint von kugeliger Form mit äußerst feinwarziger Oberfläche und ist zum größten Teil in die Innenwand der Epidermiszelle eingesenkt; bis auf eine frei in das Lumen vorragende Kalotte ist er somit ganz von der Wandsubstanz umschlossen. Das Bild, das er bietet, erinnert etwa an die Stegmata der Palmen. Er ist in den gebräuchlichen Lösungsmitteln unlöslich und widersteht der Einwirkung von konzentrierter H_2SO_4 und Chromsäure. Namentlich die mit letzterem Reagens hergestellten Präparate erscheinen besonders instruktiv. In ganzen Reihen leuchten im Präparat die winzigen Kügelchen heraus, die an Stelle jeder Epidermiszelle zurückbleiben. Da diese Gebilde auch beim Veraschen zurückbleiben, dokumentieren sie sich als Kieselkörper. Sie lösen sich dementsprechend in Flußsäure. Ein Zusatz von ClNa bewirkt das Ausfallen der sehr charakteristischen Kieselfluornatriumkrystalle.[1] Das fast regelmäßige Vorkommen von derartigen Kieselkörpern ist umso interessanter, als die Bromeliaceen zu den wenigen Monokotylenfamilien zu gehören schienen, denen Kieselkörper abgehen (F. G. Kohl). Die Dimensionen dieser Kieselkörperchen sind variabel, aber niemals bedeutend. Die größten (bei *Ananas* und *Dyckia remotiflora* Otto et Dietr.) wiesen etwa einen Durchmesser von 3 μ auf. Ich fand sie nahezu in allen von mir untersuchten Blättern wieder, ausgenommen bei den Arten mit dünnwandigen und relativ hohen Epidermiszellen, wie z. B. bei *Canistrum Lindeni* Mez. Ich enthalte mich eines Urteils über ihre Funktion, dem nur der Wert einer bloßen Vermutung zukäme.

[1] Diese letztere Reaktion wurde speziell mit den Inhaltskörpern von *Ananas* durchgeführt.

Im Zusammenhang mit der Epidermis ist hier noch in Kürze der Trichome zu gedenken, auf deren anatomischen Bau nicht näher einzugehen ist, da sie schon wiederholt Gegenstand eingehender Untersuchungen waren (vgl. insbesonders Schimper, Mez, M. Tietze und die oben zitierte Literatur). Cedervall bezeichnete sehr zutreffend die parenchymatischen Flügel gewisser Trichomschuppen als Pseudoepidermis. Sie legen sich nicht nur innig der Epidermis an und bilden bei vielen über ihr eine fast kontinuierliche Zellage. Sie scheinen namentlich an den Rändern stellenweise mit ihr verwachsen zu sein, so daß sie sich auch an dünnen Querschnitten nicht ablösen. An eine echte Verwachsung ist wohl nicht zu denken. Die Zellenmembranen der Flügelränder erscheinen in solchen Fällen, von der Fläche gesehen, wie gequollen, die Konturen sind mehr oder minder verschwommen, so daß man selbst die gegenseitige Abgrenzung der Haare nicht mehr sicher feststellen kann. Ich vermute daher, daß die Schuppenflügel häufig mit der Epidermis (und auch mit den gegenseitig deckenden Rändern) verkleben, indem die pektinreichen Flügel (Mez) einer Art Pektinmetamorphose unterliegen. Daß die Bromeliaceenmembranen eine Neigung hierzu besitzen, geht auch aus den Befunden von Boresch hervor, der die Gummibildung der Bromeliaceen verfolgte. Pektinreiche Membranen sind übrigens durch ihre Tendenz zum Vergallerten bekannt (Strasburger, p. 149). Ich werde unten auf diesen Punkt zurückkommen.[1]

Nach Behandlung mit kochendem Glyzerin heben sich die Flügel von der Epidermis ab und geben nunmehr eine intensive Zellulosereaktion, welche im intakten Zustand höchstens ganz unbedeutend ausfällt.

Der Spaltöffnungsapparat.

Die Spaltöffnungen haben nach P. Richter den »gewöhnlichen anatomischen Bau«, weshalb er von einer Beschreibung des Spaltöffnungsapparates absieht. Mir scheinen sie jedoch einige sehr beachtenswerte Eigentümlichkeiten von hervor-

[1] Vgl. p. 338.

ragendem physiologischen Interesse zu bieten, die eine genauere Untersuchung rechtfertigen. Eine kurze zutreffende Charakteristik der Stomata gab Haberlandt (II) für *Tillandsia zonata;* sie paßt im allgemeinen auf die Mehrzahl der Bromeliaceen, doch bedarf sie einiger ergänzender Details. Andere Angaben von Bedeutung scheinen nicht vorzuliegen. Cedervall und Mez bringen in bezug auf den Bau der Stomata nichts Neues (wohl aber bezüglich des Durchlüftungsapparates).

Von der Fläche gesehen, bieten die Stomata — von den Nebenzellen zunächst abgesehen — keine Besonderheiten dar, hingegen ist der Querschnitt sehr charakteristisch, so daß man geradezu von einem Bromeliaceentypus der Spaltöffnungen sprechen könnte. Der mediane Querschnitt erscheint rundlich-dreieckig bis annähernd elliptisch. Eine eigentliche Rückenwand fehlt oder ist wenigstens nur auf ein ganz kurzes Membranstück reduziert. Eine Ausnahme (unter den von mir untersuchten Arten) macht nur eine als *Pitcairnia amoena* (Aut.?) bezeichnete Art, deren annähernd vierseitige Stomata eine ausgesprochene Rückwand aufweisen, was in diesem Falle augenscheinlich mit der abnormen Höhe der benachbarten Epidermiszellen zusammenhängt, die gar nicht einer Bromeliacee anzugehören scheinen. Ein zweites Charakteristikum der Stomata bildet der völlige Mangel einer Hinterhofsleiste; die überaus kurze Zentralspalte erweitert sich vielmehr plötzlich trichterförmig gegen die Atemhöhle (z. B. Fig. 16, 19, 25 u. a.). Auf die auffallend starke Membranverdickung der Schließzellen wurde bereits von Haberlandt (II) und Mez (II) hingewiesen. Das spaltenförmig verengte Lumen ist meist etwas schräg nach innen und unten orientiert (cf. Fig. 13, 16, 26), erweitert sich aber, wie namentlich aus Längsschnitten deutlich hervorgeht, gegen die Pole beträchtlich, womit eine starke Abnahme der Membrandicke verbunden ist.

Die Schließzellen werden regelmäßig von wenigstens zwei Paaren von Nebenzellen umlagert, von denen das eine polar, das andere lateral gelegen ist. Die letzteren sind von besonderem Interesse. Sie lagern sich nicht bloß seitlich den Schließzellen an, sondern untergreifen diese mehr oder weniger vollkommen, indem sie sich unter der Schließzelle gegen die

Atemhöhle hin vorwölben. Im extremen, aber häufig realisierten Falle ruht dann förmlich jede Schließzelle auf dem durch die Nebenzelle gebildeten elastischen Polster auf (Fig. 13 bis 15, 22, 26). Ihre Innenwand ist überaus zart, während die auf einen schmalen Membranstreifen beschränkte Außenwand mitunter eine ansehnliche Dicke erreichen kann. Dieser Membranstreifen erscheint am Querschnitt als ein Scharnier, um welches die Schließzelle beweglich ist. Haberlandt faßt diese Wand als äußeres, die zarte Innenwand als inneres Hautgelenk auf. Das Lumen der Nebenzelle verjüngt sich dabei gegen außen; bisweilen verengt es sich so beträchtlich, daß es am medianen Querschnitt in eine Pore ausmündet (*Vriesea tesselata* Morr.,[1] *Aechmea Pinneliana* Brgn., vgl. Fig. 15). In anderen Fällen, bei beträchtlicher Stärke der Außenmembran finden sich zwei verdünnte Membranstellen, und zwar an der Ansatzstelle der Schließzelle und der benachbarten Epidermiszelle, so daß man eigentlich von zwei äußeren Hautgelenken sprechen kann (Fig. 14). Auch Mez (II) erwähnt diese Nebenzellen, die er als »cellules sous-jacentes à parois minces, riches en chlorophylle« charakterisiert; wenn er fortfährt »et qui font partie de la première assise mésophyllienne«, so möchte ich dem entgegenhalten, daß von ihrer Zugehörigkeit zum Mesophyll keine Rede sein kann. Der Chlorophyllgehalt bietet hierfür kein Kriterium; er weist viel eher auf ihre funktionelle Beziehung zum Schließzellenapparat hin. Entwicklungsgeschichtlich gehören sie zweifellos der Epidermis an, wenngleich sie bisweilen unter deren Niveau verlagert sind.

Die beiden polar liegenden Nebenzellen bieten weniger Interesse; auch sie untergreifen oft, freilich nur in geringem Maße, die Schließzellen. Diese Nebenzellen, welche gemeinschaftlich mit den Schließzellen die Atemhöhle überwölben, erweisen ihre Zugehörigkeit zum ganzen Apparat auch dadurch, daß ihre frei nach innen vorgewölbten Membranen cutinisiert erscheinen. Die Cuticula durchsetzt somit den Porus und geht auf die freien Anteile der Nebenzellenmembranen über, um scharf an der Ansatzstelle der anschließenden Hypodermzellen

[1] = *Tillandsia tesselata* Ldl.

ihr Ende zu finden (Fig. 15). Mit Rücksicht auf den Bau und die Anordnung der Nebenzellen sind die Bromeliaceenstomata dem Succulententypus Benneckes zuzuzählen.

Abgesehen von den bisher geschilderten Nebenzellen, welche nach Lage und Form in unmittelbarer Beziehung zum Schließzellenmechanismus stehen,[1] sind häufig noch andere benachbarte Oberhautelemente als Nebenzellen ausgebildet, insofern man darunter mit Schwendener alle angrenzenden Epidermiszellen versteht, welche nach Form und Bau von den benachbarten Oberhautzellen abweichen.

Insbesonders in der Umgrenzung der in Crypten oder Riefen gelegenen, dabei über das Niveau emporgehobenen Spaltöffnungen findet man häufig Epidermiszellen, deren spaltenförmiges Lumen vertikal gestellt ist; sie unterscheiden sich von den übrigen Oberhautelementen gelegentlich nur durch diese Orientierung, sehr häufig aber auch durch bedeutendere Größe und stärkere Wandverdickung oder andere anatomische Details, die ich nicht im einzelnen anführen will. Höheres Interesse nehmen die Fälle in Anspruch, in welchen sie in Form eines mächtigen Ringwalles den Schließzellenapparat umspannen, der dadurch eingesenkt erscheint. In solchen Fällen (z. B. bei einer als *Pourretia Achupalla* Lind. bezeichneten Art, ferner bei *Bromelia scarlatina* Morr.) nimmt die Membran kolossal an Mächtigkeit zu. Der Spaltöffnungsapparat erscheint geradezu unverrückbar zwischen ihnen suspendiert (Fig. 15). Mez hat einen derartigen Fall bereits erwähnt und sieht in dieser Bildung wohl mit Recht ein Mittel »à préserver les

[1] Ob die Nebenzellen aktiv in den Bewegungsmechanismus eingreifen, wie es ihrer Lage nach zu erwarten ist und auch von Mez (I) angenommen wird, vermochte ich trotz vieler aufgewandter Mühe nicht zu entscheiden. Zusatz plasmolysierender Substanzen hatte zwar eine bedeutende Kontraktion zur Folge, doch war eine Änderung in den Dimensionen der Zentralspalte unter keinen Umständen zu beobachten, sei es, daß die Blätter, welche den Versuchen dienten, zu alt oder die Vegetationsbedingungen zu ungünstig waren. In Übereinstimmung mit Benecke läßt sich im allgemeinen konstatieren, daß die Nebenzellen »in der Hauptschrumpfungsrichtung des Blattes« den Schließzellen anlagern. Daß jedoch ihre Funktion nur darin besteht, »die Wirkung der Gestaltsveränderung der Blattzellen auf die Schließzellen abzuschwächen,« halte ich schon mit Rücksicht auf ihren Chlorophyllgehalt nicht für wahrscheinlich.

stomates contre les déchirures longitudinales de la feuille« (p. LVIII). Es liegt somit eine interessante Arbeitsteilung zwischen den Nebenzellen vor, insofern die einen als mechanische Schutzvorrichtung fungieren, welche den Spaltöffnungsapparat von den bei Wasserverlust eintretenden Zerrungen unabhängig machen, während die anderen einen integrierenden Bestandteil des stomatären Mechanismus bilden.

Unter den Spaltöffnungen erscheint der das Blatt umhüllende Hypodermmantel zur Bildung der Atemhöhle durchbrochen. Den einzelnen aufeinanderfolgenden hypodermalen Schichten entsprechen Etagen von ringförmig angeordneten Zellen, welche den äußeren Teil der Atemhöhle umgrenzen und sie somit nach Art eines Tonnengewölbes versteifen (Cedervall). Während das Hypoderm stets des Chlorophylls entbehrt, führen alle die Atemhöhle umgrenzenden Zellen reichlich Chlorophyllkörner. Die einzelnen Zellringe, welche aus zwei bis vier Gliedern bestehen, erweitern sich von außen nach innen unter gleichzeitiger Zunahme des Zelldurchmessers. Von besonderem Interesse ist der äußerste, der ersten Hypodermschicht angehörige Zellring. Dort, wo die einzelnen Zellen, welche ihn zusammensetzen, aneinanderstoßen, biegen sie sehr häufig nach innen um, wodurch eine große Kontaktfläche erzielt und naturgemäß ein wirksamererSchutz gegen einseitigen Druck erreicht wird. Diese nach innen gekrümmten Zellenden biegen sich bei vielen Arten gleichzeitig nach oben und ragen oft bis in den Bereich der Schließzellen empor (Fig. 19, 20).[1] Über die Funktion dieser überaus merkwürdigen Zellfortsätze lassen sich natürlich nur Vermutungen äußern; es scheint mir in manchen Fällen nicht ausgeschlossen, daß sie die Schließzellen stützen und vor einem zu tiefen Herabsinken in die weite Atemhöhle, welche sie überspannen, schützen können, falls das elastische Widerlager der Nebenzellen infolge starken Turgorverlustes zusammensinkt.

Nachdem bisher die Bestandteile des gesamten Spaltöffnungsapparates in ihren wesentlichen Zügen geschildert

[1] Dasselbe Verhalten zeigen z. B. *Aregelia cyanea* Mez., *Hohenbergia angusta* Mez, *Aechmea glomerata* Hook fil. u. v. a.

worden sind, möchte ich mich der Beschreibung von Einrichtungen zuwenden, welche einen mehr oder minder weitgehenden Verschluß oder wenigstens eine Verengerung des stomatären Apparates bedingen. Solche Verschlußvorrichtungen können gebildet werden: 1. durch die Zellen des ersten hypodermalen Zellringes, 2. durch die Nebenzellen (s. str.), 3. durch die Trichome. Für alle Fälle mögen einige Beispiele angeführt sein.

Indem die Enden der den hypodermalen Ring bildenden Zellen sich, wie oben erwähnt, gegen innen krümmen, kommt es natürlich zu einer Einengung des oberen Teiles der Atemhöhle, die in manchen Fällen geringfügig und in biologischer Hinsicht bedeutungslos, in anderen hingegen sehr beträchtlich ausfallen kann, was dann zweifellos eine Erschwerung der Transpiration zur Folge haben muß. Gewöhnlich wird hierdurch das Lumen der Atemhöhle biskuitförmig eingeschnürt (Fig. 23); der Zugang zu der senkrecht zur Einengung orientierten Spalte bleibt jedoch in der Regel frei. Bisweilen stoßen die von entgegengesetzten Seiten kommenden Zellfortsätze in der Mitte aneinander und verschmelzen miteinander, so daß zwei bis drei Lücken entstehen (Fig. 17, 18, 24). Diese Fälle sind auch dadurch von Interesse, daß sich die Zellenden mitunter bis zum partiellen Schwund ihres Lumens verdicken und miteinander so verkeilen können, daß man den Verlauf der einzelnen Zelle kaum mehr verfolgen kann (Fig. 17, 18). In solchen Fällen liegt dann am Querschnitt durch die Spaltöffnung unter dem Porus eine knollige Zellulosemasse, der man ihre Entstehung kaum mehr ansieht (Fig. 16). Bisweilen erheben sich die miteinander vereinigten Zellenden gemeinschaftlich bis gegen die Spaltöffnung hin empor.

In allen genannten Fällen kommt es also zu keinem Verschluß des Porus, sondern ausschließlich zu einer passiven und dauernden Verengerung des oberen Teiles der Atemhöhle, wodurch ein wirksamer Transpirationswiderstand in den Durchlüftungsapparat eingeschaltet wird.

Mez erwähnt, daß die Nebenzellen (»cellules auxiliaires«) gewöhnlich im Alter ihre Funktion einstellen, indem sie sich unter Verlust ihres lebenden Inhaltes bis zum Schwinden des

Lumens verdicken. Ich habe unter den zahlreichen von mir untersuchten Gattungen und Arten einen derartigen Fall nie beobachtet. Eine kolossale Verdickung der Nebenzellen konnte ich nur bei *Cryptanthus*-Arten [1] beobachten, doch ist die Verdickung hier nur eine einseitige; der als inneres Hautgelenk fungierende Membrananteil bleibt nach wie vor dünnwandig, so daß die Bewegungsfreiheit der Nebenzellen nicht im geringsten eingeschränkt, vielmehr nur die mechanische Festigkeit des Widerlagers unter gleichzeitiger Verengerung der Atemhöhle verstärkt wird.[2]

Von der Fläche gesehen, bieten diese Stomata ein merkwürdiges Bild. Man gewahrt unter den Schließzellen zwei mächtige, kreisrunde Zellulosemassen, die in ihrem Zentrum eine Pore aufzuweisen scheinen (Taf. II, Fig. 21). Sie treten in der Mitte des Porus dicht aneinander und scheinen zunächst den Weg zur Zentralspalte völlig zu versperren. Bei genauerer Betrachtung erkennt man jedoch zu beiden Seiten dieser Gebilde eine dreiseitige Lücke, welche die Kommunikation zwischen Atemhöhle und Porus herstellt. Die Spaltöffnung ist wie gewöhnlich von vier Nebenzellen flankiert. Bei sorgfältiger Beobachtung des Verlaufes der Zellkonturen erkennt man schließlich auch von der Fläche, daß die erwähnten Cellulosemassen dem inneren und unter den Schließzellen gelegenen Teil der lateralen Nebenzellen angehören, was durch einen Querschnitt bestätigt wird (Fig. 22). Die Nebenzellen, die sich bis zur Berührung nähern, sind auf ihrer freien, der Atemhöhle angrenzenden Unterseite mächtig verdickt. Das schmächtige Lumen ragt porenartig in das Zentrum der Verdickungsmasse hinein. Diese eigenartige Ausbildung des Spaltöffnungsapparates ist zweifellos der Ausdruck einer xerophilen Anpassung, insofern die Wege des Transpirationsstromes bedeutend eingeengt werden.

---

[1] *Crypt. acaulis* Beer, *Beuckeri* Morr. und *bivittatus* Rgl. (= *Regelii* Hort.).

[2] Einen anscheinend ähnlichen Fall bildet Cedervall bei *Disteganthus basilatoralis* Hort. bei schwacher Vergrößerung und stark schematisiert ab (Taf. II, Fig. 9).

Wesentlich häufiger sind die Fälle, in welchen das Ende der Atemhöhle durch eine Annäherung der Nebenzellen eingeengt wird, ohne daß es zur Bildung einer so massigen Verdickung käme. Meist sind es die lateralen Nebenzellen, deren freie Enden so knapp aneinander herantreten, daß ein enger langer Spalt gebildet wird (Fig. 13 auf Taf. II).

Auch die polaren Nebenzellen können sich gelegentlich ansehnlich gegen die Atemhöhle vorwölben, doch wird hierdurch selbst in extremen Fällen, wie bei *Ananas*-Arten (Fig. 27), niemals eine so ausgiebige Verengerung erzielt wie durch die lateralen Nebenzellen.

Daß die schuppenförmigen Bromeliaceentrichome einen weitgehenden Transpirationsschutz bedingen, ist zu bekannt, um es hier noch näher anzuführen. Liegen die Stomata in Riefen, so werden diese häufig von den Flügeln der benachbarten Trichomschuppen völlig überdacht. Gerade in solchen Fällen fand ich eine ganz einzig dastehende Form einer vollkommenen Verstopfung der Stomata, und zwar zunächst bei *Quesnelia roseo-marginata* Carr. Ich fand nämlich an medianen Querschnitten durch die Stomata einen von der Unterseite der überdachenden Trichomflügel ausgehenden soliden Membranzapfen, der, stets genau über dem Vorhof stehend, einen vollendeten Ausguß des letzteren darstellte. Er paßte somit nach Form und Dimensionen genau in den Vorhof hinein und war sichtlich nur durch den Schnitt aus dem Vorhof herausgezogen worden (Taf. III, Fig. 25). An vereinzelten Stellen war der Zapfen beim Schneiden an seiner Basis, wo er sich den Cuticularhöckern entsprechend verjüngt, abgerissen worden; er war im Vorhof, ihn vollkommen ausfüllend, stecken geblieben. Neben dem schlanken, mittleren Zapfen beobachtet man beiderseits je einen Membranzapfen von stumpfwinkligem Umriß. Dieser wieder paßt genau in die Ecke, die von der Schließzelle und der anstoßenden, höher situierten Epidermiszelle gebildet wird.[1] Es ist zunächst nicht leicht zu verstehen, wieso von

[1] Diese zapfenartigen Verdickungsmassen erscheinen einfach lichtbrechend, die übrigen Trichomwände verhalten sich ebenso oder sind im geringen Grade doppeltbrechend.

der Trichomschuppe aus, gerade an der dem Vorhof korrespondierenden Stelle, eine Membranverdickung, noch dazu von gleicher Form wie der Vorhof, zustande kommen kann.

Die Aufklärung liegt wohl in der eigenartigen Membranbeschaffenheit. Es wurde schon einleitend betont, daß die Trichomflügel häufig mit der Epidermis stellenweise geradezu verklebt erscheinen. Reißt eine solche Schuppe bei Ausführung eines Querschnittes durch das Blatt ab, was häufig der Fall ist, so erkennt man an der Unterseite der Flügel Buchten, welche genau den Epidermiszellen, auf denen sie ursprünglich auflagen, entsprechen; die Schuppenmembran verhält sich wie eine plastische Masse, welche einen Abdruck der Epidermis lieferte. Ein ganz analoger Vorgang dürfte sich über den Spaltöffnungen abspielen. Die unterseits verquellende Trichomschuppenwand erfüllt die in der Umgebung befindlichen Hohlräume und bildet somit an Stelle des Vorhofes den oben erwähnten Pfropfen, der wie ein Stöpsel die Spaltöffnung verstopft. Es ist die Plastizität der zur Vergallertung neigenden Pektinmembran der Trichomflügel, welche diesen eigenartigen Spaltöffnungsverschluß ermöglicht. Es scheinen jedoch keineswegs alle Stomata auf diese Weise in ihrer Funktion behindert zu werden; oft muß eine Anzahl von Schnitten durchsucht werden, ehe man das gewünschte Bild findet. Es scheint mir — eine sichere Entscheidung konnte ich nicht treffen — , daß nur dann solche Vorhofpfropfe gebildet werden, wenn eine Trichomstelle genau über den Vorhof zu liegen kommt, an der mehrere Zellen zusammenstoßen; kommt aber nicht eine Kante, sondern eine Zellfläche über den Vorhof zu liegen, so dürfte die Bildung des Zapfens unterbleiben.

Ab und zu konnten auch abweichende Bildungen beobachtet werden, so z. B. breitere, zylindrische Zapfen, welche nicht in den Vorhof eindrangen, sondern mit breitem Fuße über der Eisodialöffnung aufsaßen.

Ich habe bei anderen Bromeliaceen viel nach derartigen Verschlußeinrichtungen gesucht, ich fand sie aber nur in annähernd gleich schöner Ausbildung bei *Macrochordium tinctorium* de Vries (= *Aechmea bromeliaefolia* Bak.) und überdies, aber sehr spärlich, bei *Billbergia ovata* (Aut.?).

Bezüglich der mit den Spaltöffnungen im Zusammenhang stehenden Durchlüftungseinrichtungen kann ich mich kurz fassen, da sie in morphologischer Hinsicht insbesonders von Cedervall und Mez (vgl. auch Wittmack in Engler und Prantl sowie P. Richter) geschildert wurden. Es scheint mir nur die charakteristische Eigenart dieser Gewebe, der vom physiologischen Standpunkt besonderes Interesse zukommt, nicht genügend scharf hervorgehoben zu sein.

Mez äußert sich hierüber folgendermaßen (l. c., p. LX): »Dans le centre de la feuille, entre les faisceaux vasculaires, on remarque tout de suite des endroits qui, en coupes trop minces pourraient facilement être pris pour de gigantesques espaces intercellulaires, mais qui, en réalité, sont remplis d'un réseau de parenchyme étoilé ou filiforme et de grandes chambres aérifères«.... »La communication directe entre les cavités aérifères et les espaces intercellulaires est presque toujours facile à constater: les grandes cavités, en forme de cheminées, ramplies de parenchyme, s'étendent des stomates jusqu'au centre de la feuille.« Im einzelnen ist die Ausbildung des Durchlüftungssystems recht variabel. In manchen Fällen ist ein typisches Sternparenchym vorhanden, das den ganzen Raum zwischen je zwei Gefäßbündeln einnimmt,[1] bisweilen finden sich an diesen Stellen nur Gewebekomplexe von beschränkterer Ausdehnung mit relativ kleineren Interzellularen. Kann man in diesen Fällen von einem Schwamm- oder Lückenparenchym sprechen, so ist dieser Ausdruck in vielen anderen Fällen nicht mehr am Platze. Gerade dieser weit verbreitete Typus beansprucht besonderes Interesse. Hier tritt das Parenchymgewebe ganz in den Hintergrund; an seiner Stelle finden sich tatsächlich »gigantesques espaces intercellulaires«, die ihren Charakter als Interzellulargänge auch dadurch nicht verlieren, daß sie spärlich von Parenchymfäden oder -platten durchzogen werden. Eine scharfe Grenze zwischen den verschiedenen Modifikationen ist natürlich nicht zu konstruieren. Der letztgenannte Typus findet sich z. B. in schönster Aus-

[1] Als Beispiel seien genannt: *Massangea musaica* Mez, *Guzmannia Peacockii* Mez, *Vriesea*-Arten u. a. m.

bildung bei *Billbergia nutans* Wdl., *Quesnelia roseo-marginata* Carr., *Hohenbergia polycephala* Mez, *Canistrum aurantiacum* Morr., *Encholirion aurantiacum* Morr., *Vriesea tesselata* Morr. u. v. a. Mächtige Intercellulargänge von mehr oder minder kreisförmigem Querschnitt, scharf begrenzt durch isodiametrisches Parenchym, durchziehen parallel mit den Gefäßbündeln und mit ihnen abwechselnd das Blatt in seiner ganzen Länge (vgl. den schematischen Querschnitt in Fig. 28).

Diese Interzellulargänge werden bald von Diaphragmen, bald von faden- oder gerüstförmig angeordneten Zellzügen aus Sternparenchym durchzogen und ab und zu von einer Gefäßbündelanastomose durchquert. Eine direkte Kommunikation weisen sie untereinander nicht auf. Bei typischer Ausbildung fehlen eigentliche Atemhöhlen unter den Spaltöffnungen; von diesen gehen vielmehr mehr minder enge, zur Blattoberfläche annähernd senkrecht verlaufende Kanäle aus, welche das Hypoderm durchbrechen und in den großen zentral gelegenen Kanal münden. Ich möchte letzteren in Analogie zur Atemhöhle als zentralen Atemkanal bezeichnen, erstere dagegen als sekundäre Atemkanäle. Unsere Fig. 29 und 30 zeigen in charakteristischer Ausbildung die von den Stomata ausgehenden Interzellularkanäle und ihre Einmündung in den Hauptkanal.

In unserem Falle liegen somit weder einfache Atemhöhlen vor noch kommunizierende wie etwa bei *Iris*. Das Durchlüftungssystem ist vielmehr in wesentlich höherem Maße differenziert und ähnelt, rein äußerlich betrachtet, dem Tracheensystem der Insekten: die von den Stigmen ausgehenden zarten Tracheenendigungen vereinigen sich hier zu mächtigeren »Hauptstämmen«, welche den Körper durchziehen. Diese entsprechen den zentralen, jene den sekundären Atemkanälen.

Ich will mich nicht zu sehr in Einzelheiten verlieren, sondern nur im allgemeinen darauf hinweisen, daß natürlich im Detail mancherlei Verschiedenheiten in der Ausbildung zu beobachten sind; sie betreffen den Durchmesser und die Form der Atemkanäle, deren Seitenäste bald die Gestalt zylindrischer Röhren aufweisen, bald sich konisch gegen die Stomata hin

verjüngen. Diese sekundären Atemkanäle werden ihrerseits wieder von einzelnen Zellen durchsetzt, welche, mit breitem Fuße an die Wandungen ansetzend, zu ihrer Aussteifung beitragen. Liegen die Stomata über den Gefäßbündeln, dann gehen von ihnen gegabelte Kanäle aus, deren Äste in die beiderseits vom Gefäßbündel gelegenen zentralen Atemkanäle einmünden, wodurch eine indirekte Kommunikation beider erzielt wird. In manchen Fällen ist die Verbindung der Stomata mit dem zugehörigen zentralen Atemkanal nicht so deutlich ersichtlich; es ist ein von kleinen Lücken durchsetztes Parenchym zwischengeschaltet. Damit ist der Übergang gegeben zu normalen Atemhöhlen, deren Kommunikation mit den Interzellularen des Schwammparenchyms oft schwer zu erweisen ist.

Es ist klar, daß einem so eigenartigen und mächtigen Durchlüftungsapparat in biologischer Hinsicht auch eine besondere Rolle zufallen muß.

Der Ansicht Schimper's (II, p. 79), daß die großen Luftlücken eine Anpassung an die eigenartige Wasserversorgung epiphytischer Bromeliaceen darstellen, dem Interzellularensystem der Sumpf- und Wasserpflanzen vergleichbar, hat Mez mit Recht entgegengehalten, daß sie auch bei typischen Landformen auftreten. Mez betrachtet sie als Gasreservoire; der beim Assimilationsprozeß ausgeschiedene O bleibt für die Atmung erhalten und umgekehrt. Ich glaube, daß die neuesten Studien Renner's über die Mechanik der Transpiration zur Aufhellung der Frage herangezogen werden können.

Renner gedenkt in seinen Ausführungen eines in gewisser Hinsicht ähnlichen Falles bei Restionaceen, bei denen gleichfalls tief im Innern des Blattes gelegene Atemhöhlen vorkommen. Der wesentliche Unterschied gegenüber den Bromeliaceen liegt darin, daß dort die Zellen, welche die Atemhöhle auskleiden, von einer Cuticula überlagert sind und daher selbst keinen Wasserdampf in den Atemraum abgeben; bei den Bromeliaceen überkleidet die Cuticula hingegen nur die Nebenzellen, soweit sie an die Atemhöhle angrenzen. Nichtsdestoweniger dürfte auch hier nicht das ganze Interzellularensystem von Wasserdampf maximaler Spannung gleichmäßig erfüllt sein: die »innere Transpiration« in den oft mächtigen und

dicken Blättern erreicht wohl zweifellos (schon in Abhängigkeit von den verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen) nicht in allen Teilen des Blattes dieselbe Größe, die zentralen Atemkanäle ermöglichen zudem einen raschen Konzentrationsausgleich. Es liegt mithin offenbar bei den Bromeliaceen wie bei den Restionaceen das Maximum der Dampfspannung tief im Innern des Blattes. Da nun die Transpirationsgröße abhängig ist von der Entfernung des inneren Spannungsmaximums des Wasserdampfes von der Blattoberfläche, so liegt schon in der Anordnung des Durchlüftungsapparates ein Modus zur Herabsetzung der Transpiration vor. Die Verdunstungsgröße ist ferner der Potentialdifferenz der Dampftension zwischen Binnen- und Außenluft proportioniert. Da nun in vielen Fällen die Stomata von den sich gegenseitig deckenden Flügeln der Trichomschuppen überdacht werden, so muß eine so bedeutende Transpirationshemmung resultieren, daß selbst bei offener Zentralspalte nur eine minimale Wasserabgabe vorhanden ist, die ihre Deckung aus dem Reservoir des Wassergewebes findet. Diese Überlegung macht die niederen Transpirationswerte verständlich, welche die Experimente Schimper's für Bromeliaceenblätter ergaben.

Ich glaube, daß der Bau des »Durchlüftungsapparates« aber auch in anderer Beziehung von Bedeutung ist. Er kann wohl mit Mez als Reservoir für CO_2 aufgefaßt werden. Von besonderem Interesse scheint es mir jedoch, daß hier eine Einrichtung vorliegt, die eine Depression der Transpiration gestattet, ohne den Assimilationsprozeß zu beeinträchtigen. Wäre das Potentialgefälle der CO_2-Spannung dasselbe wie für die Tension des Wasserdampfes (nur entgegengesetzt gerichtet), so müßte die CO_2-Assimilation in gleicher Weise wie die Transpiration gehemmt werden. Das ist nun aber keineswegs der Fall. Das ganze System des Atemkanäle ist in seinem ganzen Verlauf von chlorophyllführenden Zellen umsäumt und durchzogen, so daß die einströmende Luft sehr energisch und vollkommen ihres CO_2-Gehaltes beraubt werden muß. Es ist somit ein steiles Gefälle für die CO_2-Spannung bei gleichzeitig geringer Potentialdifferenz der Wasserdampfspannung zu erwarten. Der leichte Gasausgleich in dem weiten Interzellularen-

system ist insofern von Vorteil, als ein an ungünstig beleuchteten Blattstellen etwa vorhandener Überschuß an CO_2 an anderen Partien desselben Blattes Verwendung finden kann.

Das Durchlüftungssystem der Bromeliaceenblätter erscheint mir somit nicht nur als Gasreservoir sondern auch als Regulator des gesamten Gaswechels.

Zusammenfassung der Hauptresultate.

1. Zu den charakteristischen Eigentümlichkeiten der Bromeliaceenepidermis gehören außer der bekannten abnormalen Verdickungsweise der Membran:

a) Die konstante Wellung der Seitenmembranen oder wenigstens ihrer Mitteliamellen. Die Wellung der letzteren kann durch entsprechende Ausbildung der sekundären Verdickungsschichten verdeckt sein, läßt sich aber durch Mazerations- oder Tinktionsmittel stets nachweisen.

b) Durch eine mehr weniger ausgeprägte Verkeilung der Innenseite der Epidermiszellen zwischen die Elemente des Hypoderms wird häufig ein inniger Kontakt zwischen beiden Gewebeschichten hergestellt, der bei dem blasebalgartigen Spiele des Wassergewebes die Kontinuität beider Schichten gewährleistet.

c) Als charakteristischer Inhaltsbestandteil findet sich in der Mehrzahl der Fälle in jeder Epidermiszelle je ein Kieselkörper.

2. Bei extremer Anpassung kommt im Hautgewebe eine weitgehende Arbeitsteilung zustande; das Hypoderm übernimmt die Funktion des mechanischen Schutzes, die Wasserspeicherung geht auf das Wassergewebe über; die Epidermis, als Trägerin der Cuticula, funktioniert wesentlich nur als Schutzorgan gegen zu starken Wasserverlust (cf. Haberlandt).

3. Die Stomata der Bromeliaceen sind hauptsächlich charakterisiert durch spaltenförmige Lumina der Schließzellen, den Mangel eines Hinterhofes und durch den Besitz von mindestens einem lateralen und einem polaren Paar von Nebenzellen. Zu diesen, von welchen jedenfalls die ersteren eine

Rolle bei der Bewegung der Stomata spielen, kommen gelegentlich noch weitere Nebenzellen, welche einen mechanischen Schutz gegen die durch Kontraktion des Wassergewebes bedingten Zerrungen bieten (cf. Mez).

4. Passive, dauernde Verengerung oder Verschluß des Spaltöffnungsapparates kann in verschiedener Weise erzielt werden:

a) Durch die (lateralen) Nebenzellen, welche die Stomata tief untergreifen, so daß sie in manchen Fällen nur einen schmalen Spalt zwischen sich lassen, wodurch ein wirksamer Transpirationswiderstand eingeschaltet wird; die direkte Kommunikation der Zentralspalte mit der Atemhöhle wird jedoch nicht verhindert.

b) Durch laterale Nebenzellen, welche den direkten Zugang zur Zentralspalte verlegen (*Cryptanthus*-Arten), jedoch eine seitliche enge Kommunikation freihalten.

c) Durch Wucherungen und Verdickungen der Zellen des ersten hypodermalen Zellringes, welcher die Atemhöhle versteift.

d) Durch Membranpfropfen, welche von den Flügeln der Trichomschuppen ausgehen und den Vorhof wie ein dicht passender Stöpsel verschließen (*Quesnelia* u. a.).

5. Das Durchlüftungsgewebe besteht bei extremer Anpassung aus einem System interzellularer Kanäle, die von chlorophyllführendem Parechymzellen umkleidet und durchzogen werden: die Hauptröhren (»zentrale Atemkanäle«) durchziehen parallel zu den Gefäßbündeln die Blätter in ihrer ganzen Länge, ohne untereinander in direkter Kommunikation zu stehen. Von diesen zweigen annähernd senkrecht zur Oberfläche verlaufende engere Kanäle (sekundäre Atemkanäle) ab, welche im Spaltöffnungsapparat nach außen münden.

6. Diese Form des Durchlüftungsapparates gestattet selbst bei offenem Spaltöffnungsapparat eine weitgehende Herabsetzung der Transpiration, ohne die Aufnahme von CO_2 zu beeinträchtigen.

Literaturübersicht.

Baumert K., Experimentelle Untersuchungen über Lichtschutzeinrichtungen an grünen Blättern. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl., IX, 1907.

Bennecke W., Die Nebenzellen der Spaltöffnungen. Bot. Ztg., 1892.

Boresch K., Über Gummifluß bei Bromeliaceen nebst Beiträge zu ihrer Anatomie. Diese Sitzungsberichte, CXVII, 1908.

Cedervall E. V., Anatomiskt-fysiologiska undersökningar öfver bladet hos Bromeliaceerna. Göteborgs K. vetenskaps Handlingar, XIX, 1884.

Correns C., Zur Kenntnis der inneren Struktur der vegetabilischen Zellmembranen. Jahrb. f. wiss. Bot., XXIII.

Fischer A., Zur Eiweißreaktion der Zellmembran. Ber. D. Bot. Ges., V, 1887.

Haberlandt G., I., Physiol. Pflanzenanatomie. 4. Aufl., 1909.

— II., Zur Kenntnis des Spaltöffnungsapparates. Flora, LXX, 1887, p. 99.

Höhnel Fr. v., Über eine eigentümliche Verbindung des Hypoderma mit der Epidermis. Wissensch.-prakt. Unters. auf d. Gebiet d. Pflanzenbaues. Bd. I, 1875, p. 149, cit. n. Haberlandt, I.

Kohl F. G., Anatomisch-physiologische Untersuchungen der Kalksalze und Kieselsäure. Marburg 1889.

Krasser Fr., Untersuchungen über das Vorkommen von pflanzlichem Eiweiß etc. Diese Sitzungsberichte, CIV, 1886.

Mez C., I., Physiologische Bromeliaceenstudien, I. Jahrb. f. wiss. Bot., XL, 1904.

— II., *Bromeliaceae* in C. Decandolle, Monographiae Phanerogam., IX, Paris 1896.

Moore Sp., Journ. Linn. Soc., XXIX, 1892, cit. n. Czapek Fr., Biochemie, I. Bd., 1905, p. 558. Daselbst weitere Literatur.

Pfitzer E., Beiträge zur Kenntnis des Hautgewebes der Pflanzen, III. Jahrb. f. wiss. Bot., VIII, 1872.

Renner O., Beiträge zur Physik der Transpiration. Flora, C, 1910.

Richter P., Die Bromeliaceen, vergleichend anatomisch betrachtet. Inaug.-Diss., Berlin (Lübben) 1891.

Schimper A. F. W., I., Über Bau und Lebensweise der Epiphyten Indiens. Bot. Zentralbl., XVII, 1884.

— II., Botanische Mitteilungen aus den Tropen. I., 1888.

Strasburger E., Das botanische Praktikum. IV. Aufl., p. 149.

Tietze M., Physiologische Bromeliaceenstudien. II. Die Entwicklung der wasseraufnehmenden Bromeliaceentrichome. Zeitschr. f. Naturw. Halle. LXXVIII, 1906.

Westermaier M., Über Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebesystems. Jahrb. f. wiss. Bot., XIV, 1884.

Wisselingh C. van, Mikrochemische Untersuchungen über die Zellwände der Fungi. Jahrb. f. wiss. Bot., XXXI, 1898.

Wittmack L., *Bromeliaceae* in Engler und Prantl, Natürliche Pflanzenfam., II., 4., Leipzig 1889.

Figurenerklärung.

Taf. I.

Fig. 1. *Bromelia fastuosa* Ldl. Epidermiszellen der Blattoberseite. Vergr. 1000.

Fig. 2. *Aregelia concentrica* Mez. Epidermiszellen der Blattoberseite; fast quadratisch; Wellung der Membran kaum angedeutet, Mittellamelle stark gewellt. *K* Kieselkörper. Vergr. 1000.

Fig. 3. *Nidularium Innocentii* Lem. Epidermis der Blattoberseite mit quer verlaufenden Cuticularfalten. Vergr. 1000.[1]

Fig. 4. — Fragment eines Kollodiumabdrucks der Epidermis, das System der Cuticularfalten zeigend. Vergr. 1000.[1]

Fig. 5. *Greigia sphacelata* Rgl. Oberseite der Epidermis. Vergr. 600. *K* Kieselkörper.

Fig. 6. — Dasselbe nach kurzer Einwirkung von konzentrierter H_2SO_4, das Gerüst der Mittellamellen zeigend, deren Wellung nunmehr hervortritt. Vergr. 600.

Fig. 7. *Aechmea coerulescens* Bak. Bruchstück eines mechanisch zerrissenen Schnittes; die Rißlinie folgt (am Bilde rechts) der im intakten Zustand nicht kenntlichen, gewellten Mittellamelle. Verg. 600.

Fig. 8. *Cryptanthus Beuckeri* Morr. Oberseitige, stark gewellte Epidermis; an den besonders stark verdickt erscheinenden Querwänden ist die Verschmelzung der Membranfalten deutlich erkennbar. Vergr. 1000.

Fig. 9. *Ananas* (*quadricolor* Hort.). Fragment der über einer Bastrippe gelegenen Epidermis der Blattunterseite; links unten nach Behandlung mit konzentrierter H_2SO_4, um den Verlauf der Mittellamelle zu zeigen. Vergr. 600.

Fig. 10. *Billbergia thyrsoidea* Rgl. Epidermis der Blattunterseite. Die verschmolzenen Falten haben Lücken in der Membran zurückgelassen. Mittellamelle nur stellenweise angedeutet erkennbar. Vergr. 1000.

Fig. 11. *Quesnelia roseo-marginata* Cerr. Mit kochendem Glyzerin isolierte Epidermis der Blattoberseite. Vergr. 1000.

Fig. 12. — Epidermis im intakten Verband mit dem Hypoderm. Vergr. 1000.

Taf. II.

Fig. 13. *Dyckia brevifolia* Bak. Spaltöffnungsapparat; die Nebenzellen verengen das äußere Ende der Atemhöhle. Vergr. 540.

Fig. 14. *Fascicularia pitcairniaefolia* Mez. Spaltöffnungsapparat mit doppeltem äußerem Hautgelenk. Vergr. 700.

[1] Infolge der Reproduktion sind die zarten Konturen der Cuticularfalten viel zu derb und hart ausgefallen. Dasselbe gilt für die Schichtung in Fig. 15.

Fig. 15. *Pourretia Achupalla* Lind. Wallartig vorspringende, überzählige Nebenzelle. Die stark ausgezogene Linie deutet den Verlauf der Cuticula an. Vergr. 700.

Fig. 16. *Canistrum aurantiacum* Morr. Unter der Spaltöffnung eine Zellwucherung des ersten Hypodermalringes *(h)*. Verg. 700.

Fig. 17 und 18. — Erster, aus zwei Zellen bestehender Hypodermalring von der Fläche gesehen, Wucherungen und partielle Verschmelzung der Zellenden zeigend. Vergr. 700.

Fig. 19. *Aechmea glomerata* (Aut.?). Spaltöffnungsapparat. *n* Nebenzelle, *h* Zelle des ersten hypodermalen Zellringes; Zellenden nach oben umgebogen. *e* Epidermiszelle mit Kieselkörper *K*. Vergr. 400.

Fig. 20. — Dasselbe im Längsschnitte. Schließzelle nicht genau median getroffen. Vergr. 400.

Fig. 21. *Cryptanthus Beuckeri* Morr. Spaltöffnung von der Fläche. *l'* laterale Nebenzelle, deren die Schließzelle untergreifender Teil *(l)* eine mächtige Verdickung mit porenförmigen Lumen aufweist. *p'* polare Nebenzelle, *p* der die Schließzelle untergreifende Anteil derselben. Vergr. 1000.

Fig. 22. *Cryptanthus acaulis* Beer. Schließzelle und laterale Nebenzelle im Querschnitt. Buchstaben wie in voriger Figur. Vergr. 1000.

Fig. 23. *Aregelia concentrica* Mez. Die beiden, den ersten Hypodermalring bildenden Zellen von der Fläche. Vergr. 540.

Fig. 24. — Aus drei in der Mitte verwachsenen Zellen bestehender Hypodermalring. Vergr. 540.

Taf. III.

Fig. 25. *Quesnelia roseo-marginata* Cerr. Spaltöffnung mit darüber lagernder Trichomschuppe *(tr)*, von der ein in den Vorhof passender Membranpfropf ausgeht. Vergr. 1000.

Fig. 26. *Ananas quadricolor* Hort. Spaltöffnung im Querschnitt. Vergr. 790.

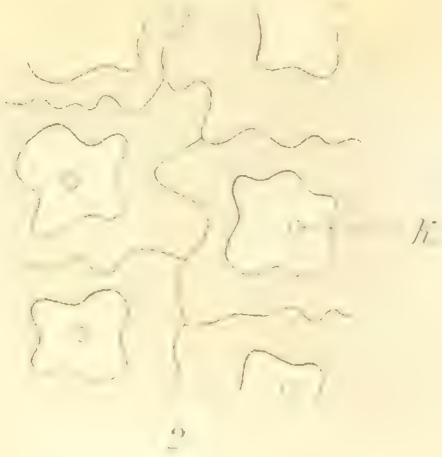
Fig. 27. — Spaltöffnung im Längsschnitt mit stark untergreifenden polaren Nebenzellen. *K* Kieselkörper. Vergr. 790.

Fig. 28. *Hohenbergia polycephala* Mez. Schematisierter Blattquerschnitt. *h* Hautgewebe der Blattoberseite, *h'* dasselbe der Blattunterseite, *m* Mesophyll, *g* Gefäßbündel, *a* zentraler Atemkanal, *a'* von der Spaltöffnung ausgehender sekundärer Atemkanal, in den ersteren einmündend.

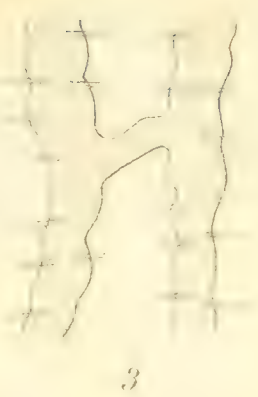
Fig. 29. *Aechmea Pinneliana* Bak. Durchlüftungsapparat im Querschnitt. Vergr. 120.

Fig. 30. *Aregelia Morreniana* Mez. Durchlüftungsapparat im Querschnitt. Vergr. 120.

1



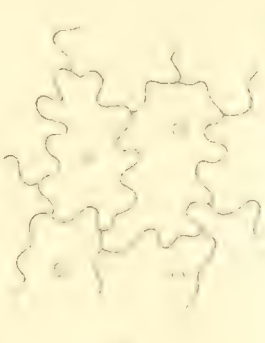
2



3

4

5

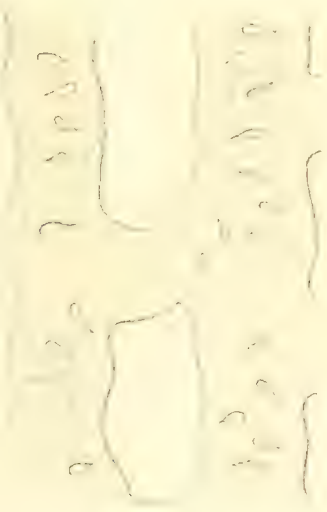


6

7

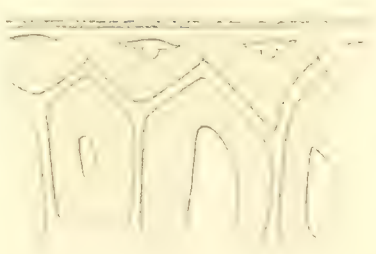
8

9



10

11



12

13
14
15
16
h
17
18
19
e
k
n
h
22
l
n
l'
20
h
21
p
p'
l
l'
23
24

Autor del.

Bau und Leistung der Blattgelenke von Connarus

von

Adolf Sperlich.

Ausgeführt mit Benützung der von Prof. Heinricher von seiner Studienreise nach Java mitgebrachten Materialien.

(Mit 1 Tafel und 9 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1911.)

Die Verfolgung mancher interessanter Probleme, die das Studium der Menispermaceen-Blattgelenke ergeben hat und die sich in der bei Gustav Fischer Jena erschienenen ersten Reihe der Untersuchungen an Blattgelenken veröffentlicht finden, muß ich auf einige Zeit zurückstellen. Dank der Munifizenz des k. k. Ministeriums für Kultus und Unterricht, das mir einen einjährigen Urlaub und Geldmittel gewährte, bin ich in der angenehmen Lage, in diesem Studienjahre an fremden Instituten neue Erfahrungen zu sammeln. Während der Drucklegung der genannten Untersuchungen und im verflossenen Sommer beschäftigte ich mich indes mit der Verarbeitung der besonders auffallenden Blattpolster von Connaraceen aus Prof. Heinricher's Javamaterial. Wiewohl in großen Zügen den bekanntesten Polsterbau wiederholend, zeigen die Bewegungsorgane dieser den Leguminosen nahe verwandten Familie[1]

[1] Nach Engler's Syllabus sind die Connaraceen den Leguminosen in der Unterreihe *Rosineae* der *Rosales* vorangestellt, ebenso in v. Wettstein's Handbuch der systematischen Botanik. Warming (Handbuch, übersetzt von M. Möbius) rechnet sie als erste Familie zu den *Therebinthineae* und bemerkt, daß sie das Bindeglied zwischen dieser Ordnung einerseits, Rosifloren und Leguminosen andererseits darstellen. In Solereder's Systematischer Anatomie der Dicotyledonen wird auf manche Ähnlichkeiten im anatomischen Baue der beiden Familien hingewiesen.

doch so bemerkenswerte Eigentümlichkeiten, daß mir deren Veröffentlichung immerhin angezeigt erscheint.

I.

Die unpaarig gefiederten Blätter der Connaraceen, die bei einzelnen Vertretern bedeutende Dimensionen annehmen, sind mit zweierlei Polstern ausgerüstet: an der Basis des Hauptblattstieles bemerkt man eine oft sehr ansehnliche Verdickung und polsterartig ist der ganze Stiel jedes Fiederblattes ausgebildet. Fig. 1 der Tafel zeigt dies an einem in Alkohol konservierten Blatte einer nicht näher bestimmten, großblättrigen Art der Gattung *Connarus* aus dem Buitenzorger Garten.[1] Wie bei einigen Menispermaceen[2] und auch sonst vielfach bei Gelenkpflanzen ist das Basalpolster ausgewachsener Blätter nicht selten sehr kurz und seinem ganzen Baue nach gewissermaßen erstarrt und dient in diesem Zustande mutmaßlich auch hier nicht mehr der Bewegung, sondern bloß der besseren Stützung des Blattes. So fand ich es bei *Connarus diversifolius* Hort.? und bei *C. ellipticus* King. Die starke Krümmung jedoch, die ich an dem konservierten Material beobachten konnte und die in einem Falle zu einer Verlängerung der Konvexseite auf das Dreifache der Konkavseite geführt hatte, zeigt, daß sich auch die kurzen Basalpolster zumal in der Jugend des Blattes an der Orientierung des Organs beteiligen.

Was dem Beobachter äußerlich an den Polstern der Connaraceen — und nach dem mir zur Verfügung stehenden Material zu urteilen, scheint es bei der Gattung *Connarus* allgemein so zu sein — vor allem auffallen muß, sind ungemein zahlreiche Querrunzeln, namentlich an den Fiedergelenken sichtbare tiefe Furchen und hohe Wülste der Rinde, die dem Organ das Aussehen einer durch Wachstum sehr stark verkürzten Pfahlwurzel einer Rosettenpflanze verleihen.

[1] Leider sind die Connaraceen des Buitenzorger Gartens nicht durchwegs bestimmt.

[2] Vgl. Sperlich, Untersuchungen an Blattgelenken I., Jena 1910, p. 5 bis 6 und 25.

Bekanntlich hat Schwendener die von ihm und Pfeffer[1] an *Oxalis*-Arten besonders an der Ventralseite der Gelenke beobachteten Querfalten mit den Hautfalten an den menschlichen Fingergelenken verglichen und ziemlich allgemein sieht man darin eine Einrichtung, die es dem Organe ermöglichen soll, bedeutende Krümmungen ohne weitgehende Deformation der Zellen der komprimierten Gelenkshälfte auszuführen. Bei den durch nyktinastische Bewegungen ausgezeichneten zarten Blättern der *Oxalis*-Arten hat diese Erklärung gewiß ihre Richtigkeit, anders steht die Sache aber in unserem Falle. Abgesehen davon, daß, wie wir sehen werden, die Falten der Fiedergelenke bei den Connaraceen nicht imstande sind, bei Krümmungen die Deformation, ja selbst die Tötung peripherer Zellschichten der konkavwerdenden Seite hintanzuhalten, stellen sie in ihrer Zahl, ihrer Verteilung und Ausbildung doch eine viel zu wesentliche Vervollkommnung der bei *Oxalis* durchgeführten Differenzierung der Gelenksrinde dar, um nicht als Einrichtung von vielleicht größerer Bedeutung angesehen zu werden. Es seien die Querfalten jedoch zunächst an der Hand einiger Abbildungen näher beschrieben.

Fig. 4 der Tafel zeigt etwa 1·3mal vergrößert das Gelenk des Terminalblättchens eines *Connarus*; wir bemerken die ungemein große Zahl der Runzeln und wie enge sie beisammen sind. Schon an dieser Darstellung ist ersichtlich, daß die Falten nicht in geschlossenen Kreisen um das Polster laufen, daß sie

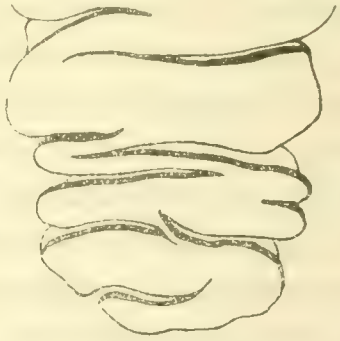


Fig. 1.

Oberflächenstück eines Fiedergelenkes von *Connarus ellipticus*. Vergr. 24.

[1] Schwendener, Die Gelenkpolster von *Phaseolus* und *Oxalis*, Sitzungsber. der Berliner Akademie XII, 1898, p. 180—181, Taf. I, Fig. 1—5; lange vorher Pfeffer, Physiologische Untersuchungen 1873, p. 70, Fig. 5 und 6 der Tafel *(Oxalis acetosella)*.

vielmehr an bestimmten Punkten allmählich ausklingen; auch ist ihre Ebene nicht immer genau senkrecht auf die Längsachse des Organs, sondern bildet häufig mit dieser einen stumpfen Winkel. Viel besser ersieht man die geschilderten Verhältnisse aus der umstehenden Fig. 1, die ein Stück Oberfläche eines Fiedergelenkes von *C. ellipticus* bei 24facher Vergrößerung wiedergibt. Vielleicht ließe sich das Organ mit seinen ringsum verlaufenden Wülsten und Furchen am ehesten mit einem fest zusammengedrehten Seile vergleichen, dessen Teilstücke den Wülsten des Gelenkes entsprächen; der Unterschied bestünde dann nur darin, daß bei dem Seile die Furche zwischen den einzelnen gedrehten Teilstücken in einer kontinuierlichen Spirale verläuft, was hier nach dem früheren nicht zutrifft. Von der Tiefe der Falten geben die Fig. 9 und 10 der Tafel ein anschauliches Bild. Fig. 9, ein medianer Längsschnitt durch ein sehr schwach gekrümmtes Fiedergelenk von *C. ellipticus*, zeigt überdies, daß die Vertiefungen auf der Dorsalseite des Polsters im allgemeinen viel ansehnlicher sind als die der Ventralseite; an Fig. 10, einem Längsschnitte durch ein etwas stärker gekrümmtes Fiedergelenk von *C. diversifolius*, sehen wir, daß die Querfalten der Ventralseite bei deren Wachstum fast vollständig verschwinden können.[1]

Was das Zustandekommen der Falten anbelangt, so ist dabei eine aktive Verkürzung zentraler Gewebe nach den Befunden der anatomischen Untersuchung verschieden alter Organe vollkommen ausgeschlossen. Es handelt sich vielmehr wie bei *Oxalis* und *Biophytum*[2] um eine radiale Streckung von peripheren Rindenzellen — in unserem Falle gewöhnlich von 4—5 Schichten — an bestimmten Stellen; nur ist diese Streckung bei den *Connarus*-Arten den tiefen Falten entsprechend eine sehr ansehnliche. Da bei dem radialen Wachstum bestimmter peripherer Zellschichten diese an den sich nicht streckenden Rindenteilen ein festes Hindernis finden, ist es begreiflich, daß die gestreckten Zellenzüge der Wülste in der Nähe der beiderseitigen Furchen bogig verlaufen, wie das Fig. 9 auf p. 374 schematisch darstellt. Dies Verhalten ist auch aus der nebenstehenden Fig. 2 ersichtlich. Die eben herangezogene Figur, die ein Stück Längsschnitt durch ein eben merklich gekrümmtes Fiedergelenk von *C. ellipticus* wiedergibt, zeigt überdies, wie durch das radiale Streckungswachstum der zur Bildung des Wulstes herangezogenen Rindenschichten die

[1] Bei den Schlafbewegungen von *Oxalis* verschwinden die Dorsalfalten und verstärken sich die Falten der komprimierten Unterseite. Vgl. Pfeffer, Physiologische Untersuchungen 1873, Fig. 5 und 6 der Tafel.

[2] Vgl. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, 4. Aufl. 1909, p. 515, Fig. 231.

Zellen, die sich an dem Wachstum nicht beteiligen, am Grunde der Furche zusammengepreßt werden.

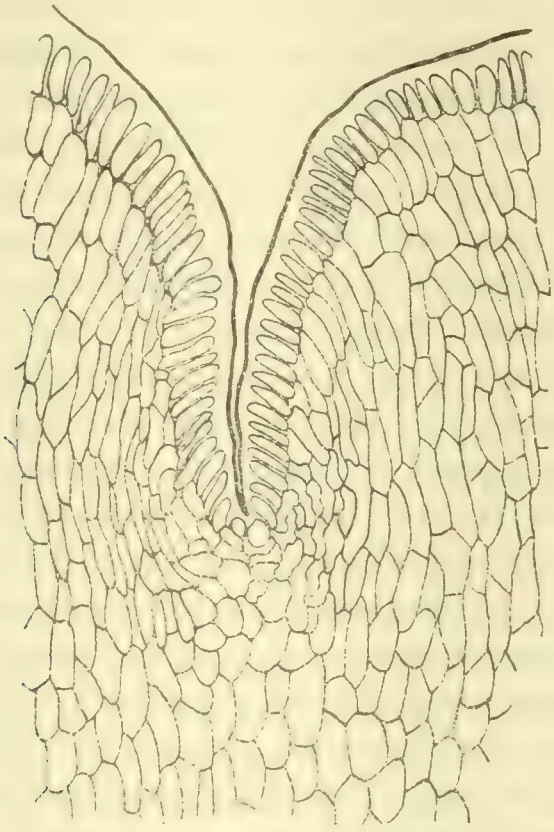


Fig. 2.
Eine Dorsalfalte des Fiedergelenkes von *Connarus ellipticus* im Längsschnitte. Vergr. 172.

Wie ist nun diese gewiß sehr auffallende und in diesem Grade meines Erachtens noch nicht bekannte Ausbildung der Polsterrinde mit der Gesamtorganisation des Connaraceenblattes in Zusammenhang zu bringen? Wie bei allen Polstern vom bekannten Leguminosentypus wird auch hier der Druckkraft, welche die biegende Last der Fieder oder des ganzen Blattes hervorruft, nur durch die Turgorkraft des Rindenparenchyms das Gleichgewicht gehalten; die im Zentrum vereinigten leitenden und festigenden Elemente sind lediglich zugfest.[1] Wie bedeutungsvoll die Turgeszenz der lebenden Rindenzellen für das ruhende Blatt — von den aktiven Bewe-

[1] »Die Pflanze konstruiert ihre beweglichen Organe mittelst zugfester axiler Stränge und druckfester peripherischer Hüllen«, schreibt Schwendener (Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen, Leipzig 1874, p. 84).

gungen desselben jetzt ganz abgesehen — ist, ließ sich an den Basalpolstern des nicht näher bestimmten großblättrigen *Connarus* sehr schön zeigen. Es gelingt niemals, ein totes, in Alkohol konserviertes Blatt an seinem Tragsproß horizontal oder in beliebig schräger Lage zu erhalten; stets biegt sich das basale Polster bei gleichzeitiger Zerreißung der oberseitigen Rindenpartien unter der Last des Blattes; das Zellwandmaterial ist demnach mechanisch ungenügend. Um eine beiläufige Vorstellung von der Größe der Turgorkraft in den Polstern dieser Pflanze, die mir ja leider nur als Leiche zur Verfügung stand, zu gewinnen, berechnete ich aus dem statischen Momente des Blattes und aus dem aktiven Querschnitte — und zwar aus seiner auf Druck beanspruchten unteren Hälfte — den Turgorwert der Rindenzellen, der mindestens notwendig ist, um das Blatt in jeder beliebigen Stellung in Ruhe zu erhalten.[1] Es ergibt sich aus dem Gewichte des mit Wasser durchtränkten und an der Oberfläche getrockneten toten Blattes, das selbstverständlich dem Gewichte des lebenden Blattes nicht entspricht, aber demselben einigermaßen nahekommt, $= 25 \cdot 3\,g$ und der Entfernung des Schwerpunktes $= 180\,mm$ eine Kraft von $4554\,g$ für $1\,mm$ Hebelarm. Um dieser biegenden Kraft das Gleichgewicht zu halten, bedarf es bei einem wirksamen Rindenquerschnitte von $20 \cdot 568\,mm^2$ eines Druckes von $21 \cdot 4$ Atmosphären, was beiläufig einem Turgorwert von 6% KNO_3 entspricht. Weit geringer ist der berechnete Turgorwert für die Rindenzellen eines Fiedergelenkes: aus dem Gewichte eines größeren Teilblattes $= 4 \cdot 35\,g$ und der Entfernung des Schwerpunktes $= 85\,mm$ ergibt sich eine biegende Kraft von $369 \cdot 75\,g$ für $1\,mm$ Hebelarm; dieser Kraft hält ein Rindenquerschnitt von $4 \cdot 117\,mm^2$ Fläche mit $8 \cdot 69$ Atmosphären das Gleichgewicht; es genügt demnach hier ein Turgorwert von $2 \cdot 5\%$ KNO_3. Nach den an lebendem Menispermaceenmaterial gewonnenen Erfahrungen[2] ist der in den Zellen

[1] Der diesen Auseinandersetzungen zugrunde liegende Gedanke ist entnommen aus Pfeffer, Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Abh. der math.-phys. Kl. der kgl. sächsischen Ges. der Wissensch. XX, 1893, p. 388 ff.

[2] Vgl. Sperlich, Untersuchungen an Blattgelenken, I, p. 78—81.

vorhandene Turgorwert bedeutend größer, als es zur Erzielung des Gleichgewichtes notwendig ist, und ich glaube, daß wir nicht fehlgehen, wenn wir uns auch in den Connaraceenpolstern den Turgorwert der Zellen höher vorstellen; die berechneten Zahlen sind eben nur untere Grenzwerte. Auf alle Fälle geht aus dem Vorhergehenden hervor, daß die Gelenke der Connaraceen stark turgeszierende Organe sein müssen, das Basalpolster in ganz hervorragender Weise. Nun stelle man sich einen in der ganzen Peripherie jedes zugfesten Elementes baren, stark turgeszenten Pflanzenteil von ansehnlichem Querschnitte vor: seine Elastizität ist sehr gering, ebenso seine Biegsamkeit und die Gefahr des Brechens beim Auftreten äußerer biegender Kräfte, wie jeder krautige Stengel lehrt, ungemein groß. Es hat demnach die mit Rücksicht auf das Tragvermögen und noch mehr mit Rücksicht auf das aktive Bewegungsvermögen des Polsters unbedingt notwendige starke Turgeszenz und das ebenso notwendige große Volumen der Gelenksrinde infolge der damit verbundenen geringen passiven Beweglichkeit bedenkliche Schattenseiten. Die harmonische Lösung der zwei einander widerstrebenden Forderungen erblicke ich nun in der oben beschriebenen Ausbildung der tiefen Furchen am Polster. Dadurch, daß das notwendigerweise turgeszente und voluminöse Organ Stellen von kleinerem Querschnitte in reichlicher Anzahl besitzt, wird es biegsam; trotz der geringen Elastizität des Baumaterials wird durch dessen Anordnung eine gewisse Elastizität des Gesamtbaues erzielt, ohne die wahrscheinlich eine bedeutende Schädigung des Laubwerkes dieser derbblättrigen Gewächse bei jeder passiven Bewegung unausbleiblich wäre. Ist die Spreite eines Blattes von zarter Beschaffenheit, wie bei der Mehrzahl der schlafenden Pflanzen oder der Stiel sehr leicht biegsam und elastisch, so kann sich das Blatt den Einflüssen der Umgebung durch Ausbiegen von der in Betracht kommenden Kraftrichtung, wie z. B. der Fallrichtung der Regentropfen oder der Strömungsrichtung des Windes entziehen oder doch diese Wirkung herabsetzen. Anders bei den Connaraceen, deren derbe lederartige Spreiten nicht leicht nachgeben und deren Blätter daher nicht selten der vollen Wucht der atmosphärischen Kräfte ausgesetzt wären, wenn

nicht gerade die Gelenke, die in solchen Fällen am meisten der Gefahr des Brechens ausgesetzt sind, den eben beschriebenen Bau aufwiesen und dadurch das erforderliche Ausbiegen ermöglichten. Bei geteilten Blättern führt das Ausweichen der Fiederblätter selbstverständlich sofort zur Entlastung eines etwa vorhandenen, stark turgeszenten Basalgelenkes.

In gewissem Sinne ersetzen die tiefen Querfurchen der Connaraceengelenke die kollenchymatischen, peripher gelagerten Elemente, wie wir sie in reaktionsfähigen Partien der glatten Polster anderer derblaubiger Gelenkpflanzen, wie z. B. bestimmter Menispermaceen, vorfinden. Die gleiche Bedeutung hat jedenfalls auch die ziemlich allgemein selbst bei zarten Blättern vorhandene Verengung an der Ansatzstelle der Fiederblättchen; »Gelenkshals« könnte diese Stelle genannt werden. Auch dieser ist bei Connaraceen weit ansehnlicher; man vergleiche den Gelenkshals bei *h* in Fig. 4 und ebenso in Fig. 9 der Tafel. Es sei in diesem Zusammenhange noch erwähnt, daß die Querrunzeln der Fiedergelenke gerade bei Arten mit sehr derbem Laube wie z. B. *Connarus ellipticus* viel tiefer ausgebildet vorgefunden wurden als bei Arten, deren Teilblätter einen geringeren Grad der Steifheit aufweisen.

Im übrigen läßt sich über das Rindengewebe der Connaraceenpolster nichts Besonderes hervorheben. Da in der Literatur, soweit sie in Solereder's systematischer Anatomie Berücksichtigung gefunden hat, das Vorkommen von Krystalleinkapselungen bei Connaraceen nicht erwähnt ist, möchte ich nebenbei bemerken, daß die meist einzeln in den Rindenzellen vorhandenen Oxalatkrystalle (vgl. Fig. 7, p. 369) regelmäßig in Zellulosekapseln eingeschlossen sind, die besonders in älteren Organen deutliche Verholzung zeigen. In anderen Teilen des Blattes werden die Krystalle nicht eingekapselt.

Im Hauptblattstiel ist bei den von mir untersuchten Arten der Gattung *Connarus* um den Bündelring ein Kreis von Bastsicheln, die durch sklerenchymatische Zellen miteinander in Verbindung stehen (Fig. 5 der Tafel) oder ein fast vollkommen geschlossener Bastring (Fig. 7 der Tafel) entwickelt. Innerhalb der Gelenke werden die genannten Elemente durch einen bald mehr bald weniger geschlossenen Ring von Zellen ersetzt, die

ich etwas näher schildern möchte, weil sie eine ganz eigentümliche Modifikation von Bastzellen darstellen. Daß der Bast in den Blattstielen oder in der Achse bei Pflanzen mit Gelenksknoten im Bereiche der Bewegungsorgane durch Kollenchym ersetzt wird, ist eine bekannte Tatsache; in unserem Falle handelt es sich jedoch keineswegs um ein Kollenchym.

Fig. 2 der Tafel zeigt mit *r* bezeichnet den erwähnten Ring, der an manchen Stellen (*u*) unterbrochen ist, für das Basalpolster des großblättrigen *Connarus*

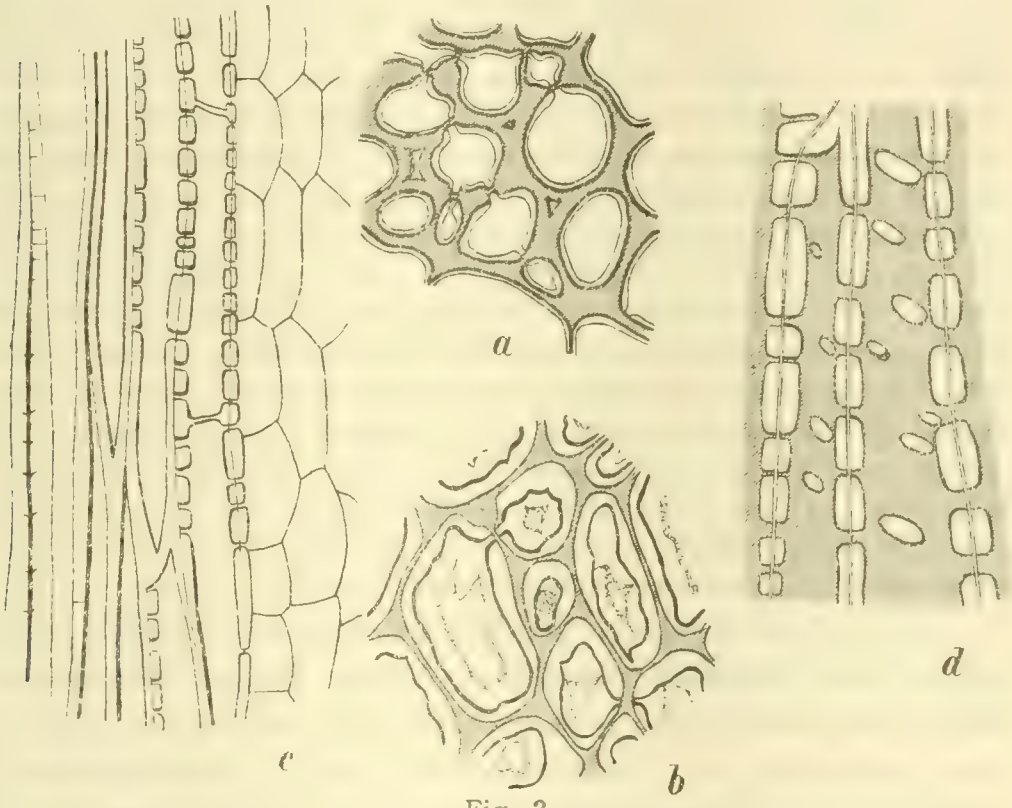


Fig. 3.

Metamorphosierte Bastzellen aus dem Perizykel des Basalpolsters von *Connarus* sp. *a* aus dem Querschnitte in Alkohol; *b* nach Übertragung in Wasser: *c* aus dem Längsschnitte, zeigt den Übergang der Bastfasern des Stieles in die eigentümlichen Elemente des Gelenkes; *d* die metamorphosierten Bastzellen in Längsansicht zur Demonstration der Tüpfel. Vergr. *a* und *b* 333, *c* 250, *d* 667.

im Querschnitte. Es handelt sich um verhältnismäßig weitlumige Zellen mit verdickten Membranen, deren Bau die nebenstehende Textfig. 3 *a* genauer veranschaulicht: an die im Alkoholpräparat gelblich und stark lichtbrechend erscheinende und in der Figur grau gehaltene verdickte Wand schließt in jeder Zelle eine sekundäre Verdickungsschichte an; nur diese reagiert auf Chlorzinkjod wie reine Zellulose, alles übrige wird durch das Reagens gelblich gefärbt. Nach Fixierung mit Bleiacetat und Färbung mit Rutheniumrot erscheint die im Alkoholmaterial nicht erkennbare Mittellamelle sehr deutlich. Die Kantenverdickungen und die darin verlaufenden drei- bis viereckigen Interzellularen erinnern an die

entsprechenden Verhältnisse des Kollenchyms. Sehr eigentümlich ist die Tüpfelung, die an der Längsansicht der Zellen in Textfig. 3*d* erkennbar ist. Die elliptischen großen Tüpfel verlaufen schräg wie in typischen Faserzellen und sind sehr zahlreich. Die Zellen laufen jedoch nicht so spitz zu wie bei echten Faserzellen und erscheinen vielfach durch Querwände geteilt. Den Übergang der normalen Bastzellen des Blattstieles in die soeben charakterisierten, topographisch identischen Elemente des Polsters zeigt Textfig. 3c. Das Bemerkenswerteste an diesen Zellen ist aber die ungemein große Quellbarkeit ihrer sekundären, reine Zellulosereaktion aufweisenden Verdickungsschichten. Ich habe in Textfig. 3*b* eine andere Partie des Perizykels nach Übertragung des Präparates in Wasser gezeichnet, um zu zeigen, wie mächtig diese Verdickungslamelle durch Quellung anschwillt. Hierbei wird die Grenze der gelblichen Primärmembran vollkommen unscharf, was ich durch feinere Konturierung der grau gehaltenen Membranteile anzudeuten suchte. Durch Messung stellte ich fest, daß sich die Gesamtstärke der Membran von Lumen zu Lumen bei der Quellung oft mehr als verdoppelt, eine Änderung der Zellform konnte ich jedoch weder im Quer- noch im Längsschnitte und auch an isolierten Stücken des Gewebes niemals konstatieren. Die Quellung erfolgt fast ausschließlich in der Querrichtung. Wie durch Messung an den sehr auffallenden und großen Tüpfeln in der Längsansicht der Zelle leicht konstatiert werden kann, ist in der Längsrichtung die Volumzunahme äußerst gering; bemerkte Änderungen liegen wohl sämtlich innerhalb der Fehlergrenze. Von Interesse ist weiters, daß die bei Behandlung mit Chlorzinkjod gelb erscheinenden Membranteile eine deutliche, wenn auch schwache Holzreaktion geben, geradeso wie die Bastelemente des Stieles, die sich bald mehr bald weniger verholzt erweisen.

Es liegt nach allem in dem beschriebenen Gewebe eine merkwürdige Modifikation des typischen Bastes vor, dessen Vermeidung innerhalb von Bewegungsorganen im allgemeinen sehr verständlich ist.[1] Schwerer ist es jedoch zu entscheiden, ob wir in diesen modifizierten Bastelementen eine für das Organ bedeutungsvolle Einrichtung sehen sollen oder nicht. Zweierlei ist möglich: entweder handelt es sich gleichsam um eine Degeneration eines Gewebes, das sich bei normaler Ausbildung als störend erwiese oder aber wir haben eine Modifikation im Sinne eines Funktionswechsels vor uns; denn besonders festigend wirken die Elemente nicht. Ich habe mehrere Gelenkstücke in gut durchfeuchtetem Zustande teils gezogen teils gebrochen

[1] Ähnliche, doch nicht identische Bildungen beschreibt Preuß als Übergangszellen zwischen dem Bast des Stieles und dem Kollenchym der Bewegungspolster gewisser Typen. (Die Beziehungen zwischen dem anatomischen Bau und der physiologischen Funktion der Blattstiele und Gelenkpolster, Berliner Inauguraldissertation 1885, p. 10 bis 11.)

und dabei stets feststellen können, daß mit Ausnahme der Elemente des zentralen Xylemzylinders alle Gewebeteile des Polsters sehr wenig Widerstand zu leisten vermögen und sehr leicht zerreißen. Mit Rücksicht auf den lebenden Inhalt der Zellen ist eine Regulation des Quellungszustandes ihrer Membranen nicht ausgeschlossen und es wäre ja denkbar, daß die Quellungsenergie des Ringes bei den Wachstumskrümmungen in besonderem Maße mitbeteiligt ist. Rings um das beschriebene eigentümliche Gewebe verläuft eine zwei- bis dreischichtige Stärkescheide, in welcher ich jedoch an den mir vorgelegenen Stadien eine statozystenartige Anordnung der Stärkekörner niemals angetroffen habe. In den Fiedergelenken sind die Elemente des Perizykels selbstverständlich entsprechend kleiner, im übrigen aber von gleicher Beschaffenheit und Anordnung. Bei *Connarus ellipticus* und *diversifolius* fand ich sie nicht zu einem mehr minder geschlossenen Ringe vereinigt, sondern rings um den Zentralkörper zu Inseln gruppiert, die durch parenchymatische Elemente voneinander getrennt sind. Isolierte oder zu kleinen Gruppen vereinigte langgestreckte Faserzellen von lokalmechanischer Bedeutung wurden bei allen untersuchten Arten zerstreut zwischen Perizykel und Holzteil angetroffen. Hier verlaufen auch die für die Achsen der Connaraceen charakteristischen großen Gerbstoffschläuche, die in den Abbildungen als dunkle Flecke erscheinen (vgl. Textfig. 7 auf p. 369 und Fig. 2 der Tafel bei *g*).

In auffallender Weise entspricht der Holzteil in den Connaraceenpolstern der Funktion dieser Blatteile als Organe der Bewegung. Es ist bekannt, daß die Vertreter der Familie meist Kletterpflanzen sind, die teils zu den hochkletternden Lianen, zum größten Teil jedoch zu den Zweigklimmern gehören. Besonders die Arten der Gattung *Connarus* scheinen nach Schimper mehr buschig als lianenartig mit langen Trieben ohne besondere Klettervorrichtung am umliegenden Gehölze ihre Stütze zu finden.[1] In der Tat bemerkt Schenck, daß aus der Familie bisher keine lianenartige Anomalien in der Holzstruktur

[1] Schenck, Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen I. Jena 1892, p. 38 bis 39 und 76.

bekannt geworden sind, nur die für Lianen charakteristische Weite der Gefäße wurde bei der Gattung *Rourea* festgestellt.[1] Umsomehr verdient hervorgehoben zu werden, daß sich der Holzteil der Gelenke bei allen untersuchten Formen in einer Weise ausgebildet vorfand, wie er für die Stämme der Lianen charakteristisch ist. Leider lag mir nur von dem nicht näher bestimmten großblättrigen *Connarus* zum Vergleiche ein Stück Achse vor; von den zwei anderen Arten kann ich daher nicht aussagen, ob die mitzuteilende Struktur des Holzteiles im Gelenke eine Besonderheit gerade dieses Organes ist oder aber bloß die Verwendung eines in der Organisation der Achsen der betreffenden Arten gelegenen Konstruktionsprinzipes für die Bewegungsorgane der Blätter darstellt. In beiden Fällen ist die Sache gleichwohl interessant. Für die großblätterige Art kann ich jedoch bestimmt angeben, daß die lianenartige Anomalie ein Spezifikum des Blattpolsters ist, das Achsenholz zeigt mit Ausnahme der großen Gefäße nichts Auffallendes.

Die Anwendung eines Bauplanes, dessen Bedeutung für den seilartig gewundenen Stamm der Lianen schon mehrfach hervorgehoben wurde, im Bewegungspolster der Blätter ist gewiß sehr bemerkenswert und mit Rücksicht auf die Mechanik der Bewegung dieser Organe auch verständlich. Wie später noch näher gezeigt werden soll, führen die Gelenke der Connaraceen ihre Bewegungen größtenteils durch Wachstum aus. Es ist nun mit Rücksicht auf die verhältnismäßig bedeutende Dicke des Zentralzylinders besonders in den Basalpolstern ohne weiters klar, daß sich die Elemente desselben zur Erzielung eines entsprechenden Effektes am Wachstum beteiligen müssen. Die nebenstehende Textfig. 4 *a* gibt ein Bild vom Verhältnis zwischen Zentralstrang und Rinde im Basalpolster des großblättrigen *Connarus*, Fig. 6 der Tafel zeigt dasselbe für *C. ellipticus*. Die Dicke des Zentralstranges wird besonders augenfällig, wenn man sich die Differenzierung in den bekannten Variationsgelenken vergegenwärtigt (Textfig. 4 *b*). Für das Wachstum des voluminösen Zentralzylinders der Basalpolster bei den Connaraceen muß es nur von Vorteil sein, wenn

[1] A. a. O., II., 1893, p. 158.

der Holzteil durch reichliche Entwicklung parenchymatischer Elemente zerklüftet wird. Dadurch kann er den Wachstumsexpansionen gewiß viel leichter gehorchen. Aber selbst in den Fiedergelenken, deren Zentralkörper (vgl. Fig. 3 und 8 der Tafel) im Verhältnis zur Rinde an Ausdehnung stark zurücktritt und in vielen Fällen gewiß nur passiv durch das Wachstum der Rinde gebogen wird, erleichtert die lianenartige Ausbildung des Holzteiles eben diese passive Biegung.

Fig. 4.

Schematische Querschnitte durch Primärpolster: *a) Connarus* sp., *b)* von *Mimosa pudica* zum Vergleiche der relativen Mächtigkeit des zentralen Holzkörpers. Dieser ist in *a)* bis auf die größeren Gefäße und das Zentralmark schwarz gehalten, in *b)* schraffiert. *k* Kollenchymring, ihm entspricht in *a)* der Ring metamorphosierter Bastzellen (schwarze unterbrochene Kontur). *l* Durchlüftungszone des Rindengewebes, fehlt bei *a)*. *r* interstitienarme Rinde. Das Rindengewebe ist in *a)* punktiert; die dunklen Punkte innerhalb des Bastringes entsprechen hier den quergetroffenen Gerbstoffschläuchen. Vergr. *a)* $2^2/_3$, *b)* $13^1/_3$. *b)* Nach Schwendener.[1]

Um mir von der Elastizität und Biegsamkeit des Zentralstranges der Fiedergelenke eine Vorstellung zu verschaffen, präparierte ich aus mehreren Polsterstücken den Holzzylinder heraus und war über dessen geringe Elastizität bei Inanspruchnahme auf Biegung und dessen große Biegsamkeit überrascht. Man kann den Zylinder nach seiner physikalischen Beschaffenheit am besten mit einem Bindfaden vergleichen. Wie dieser leistet er jeder biegenden Kraft fast gar keinen Widerstand und läßt sich mit Leichtigkeit ohne zu brechen zu festen Knoten knüpfen. Da mir Basalgelenke nur in geringer Zahl zur Ver-

[1] Die Gelenkpolkter von *Mimosa pudica*, Sitzungsber. der Berliner Akademie, XIV, 1897, Taf. I, Fig. 8.

fügung standen, mußte ich auf eine ähnliche Prüfung ihrer Zentralstränge verzichten; was ich an kürzeren Stücken jedoch beobachten konnte, zeigte mir, daß sich die dickeren Stränge der Primärpolster ähnlich verhalten dürften wie die Zylinder der Fiedergelenke. Treten, wie das sehr häufig der Fall ist, zu den einfachen Krümmungen der Polster noch Torsionen hinzu, dann werden die Zentralstränge vollends wie Lianenachsen in Anspruch genommen.

Es sei nun der Bau des Holzteiles im Polster an der Hand von Abbildungen und im Vergleiche mit dem biegungsfesten Blattstiele in Kürze beschrieben.

Fig. 2 der Tafel stellt den Querschnitt durch den Zentralzylinder im Primärpolster des großblätterigen *Connarus* dar. Jedem Betrachter des Bildes wird wohl sofort die frappante Ähnlichkeit mit dem Querschnitte eines Sprosses von *Aristolochia Sipho* auffallen. Wie bei diesem sehen wir auch hier das mit weitlumigen Gefäßen ausgestattete Holz von breiten Markstrahlen durchzogen. Die Markstrahlen sind zwei- bis dreischichtig und ziehen als kontinuierliche radiale Platten durch den Zylinder. Doch auch die einzelnen Xyleme selbst sind reich an dünnwandigen parenchymatischen Elementen. Nur die in Textfig. 7 auf p. 369 punktiert gezeichneten, bald größeren bald kleineren Inseln des Xylems bestehen aus dickwandigen, wenig verholzten Libriform- und Holzparenchymzellen, alles übrige ist mit dünner Membran ausgestattet. Die Verholzung ist übrigens eine sehr ungleichmäßige und wenig weitgehende. Selbst die Wandungen der getüpfelten Gefäße geben die Holzreaktion oft nur in schwachem Grade. Es bleibe hier nicht unerwähnt, daß Phlorogluzin-Salzsäure nur die Wandungen der größeren Gefäße, nicht aber die Membran der übrigen dickwandigen Elemente rötet, schwefelsaures Anilin hingegen den ganzen Holzteil bis auf die parenchymatischen Zellen gelb färbt. Ebenso erzielt man mit Fuchsin-Pikrinsäure eine für mehrjährige Holzkörper ungewohnte Farbendifferenzierung: die durch das Reagens hervorgerufene Rötung weist nur in den Wänden der größeren Gefäße den bekannten leuchtenden Ton auf, daneben werden verschieden blasse Nuancen sichtbar. Die geschilderten Anomalien fehlen im biegungsfesten Blattstiele, dessen Querschnitt uns Fig. 5 der Tafel veranschaulicht, und ebenso in der Achse vollkommen. Aus der schon herangezogenen Textfig. 7 auf p. 369 wird überdies ersichtlich, daß den Holzkörper im Polster kein kontinuierlicher Kambiumring umgibt. In jedem einzelnen Bündel liegt an der Grenze zwischen Leptom und Hadrom das äußerst kleinzellige, ziemlich unregelmäßige Kambium, das in sehr geringem Maße nach außen Elemente des Siebteiles, nach innen die Bestandteile des Xylems entwickelt. Die Siebröhren des Polsters und Blattstieles sind im Verhältnis zu denen der Achse außerordentlich dünn; diese messen im Durchschnitte 21 bis 24 μ, jene 4 bis 9 μ. Nach meinen Beobachtungen scheinen die peripheren Zellen des Markstrahlenparenchyms zeitlebens meristematische Natur

zu bewahren, so daß ein ausgesprochenes kleinzelliges Kambium für dies Gewebe entbehrlich wird. Der Zentralzylinder des Fiedergelenkes, dessen dorsiventraler Aufbau aus dem Querschnitte in Fig. 3 der Tafel ersehen werden kann, wiederholt im kleinen den eben beschriebenen Bau. Das zentrale Mark steht hier gegen die Rückenseite des Polsters durch eine Parenchymplatte von beiläufig 80 μ Dicke mit dem Rindengewebe in Verbindung.

Nach seinem Aufbaue läßt sich der Zentralzylinder der eben besprochenen Polster unschwer in Gruppe 6 oder 7 der von Schenck aufgestellten Typen des Lianenstammes einreihen, zu Gruppe 3 wären die Zentralstränge in den Polstern von *Connarus ellipticus* und *C. diversifolius* zu zählen.[1] Es handelt sich hier um einen gefurchten oder gelappten Holzkörper, wie das Fig. 6 der Tafel für das Basalpolster von *C. ellipticus* sehr schön zeigt. Die in der Figur ersichtliche dunkle Umrahmung des Holzkörpers ist das kleinzellige Kambium und Phloem. Fig. 8 der Tafel stellt den Querschnitt durch das Fiedergelenk derselben Pflanze dar; hier ist der Holzkörper wesentlich in zwei Teile gespalten, die ihrerseits wieder schwächere Furchen zeigen. Um den bedeutenden Unterschied in der Ausbildung der leitenden Elemente im Polster und im biegungsfesten Blattstiel zu veranschaulichen, habe ich in Fig. 7 der Tafel noch den Querschnitt durch den Blattstiel beigefügt. Wir sehen einen mächtigen, kompakten Holzhohlzylinder, der vom Phloem und überdies von einem fast kontinuierlichen Ringe stark verholzter Faserzellen umgeben ist. Im Zentralmarke sind noch isolierte Bündel bemerkbar. Es sei hier noch beigefügt, daß auch innerhalb der Fiedergelenke kleinere Bündel angetroffen werden, die streckenweise isoliert vom Zentralstrange mitten im Rindengewebe verlaufen.

Wenn wir die geschilderten Verhältnisse der fast vollkommen zentralisierten Leitelemente in den Connaraceenpolstern nochmals überschauen, so sehen wir an ihnen, wie die Ausbildung eines mit Dickenwachstum ausgestatteten Holzkörpers, der gleichzeitig die Fähigkeit bewahren soll, leicht gebogen und gedreht zu werden oder durch Wachstum sich selbst zu biegen und zu drehen, zu einer Konstruktion führt,

---

[1] Vergl. Schenck, a. a. O. II., p. 16 und 17.

die uns aus dem Holze der Lianenstämme in ihren verschiedenen Typen bekannt ist.

Über das Durchlüftungssystem ist Folgendes kurz zu bemerken: Die Polster vom Leguminosentypus sind bekanntlich in der äußeren Rinde fast interstitienlos, um den Zentralstrang herum befindet sich gewöhnlich ein Ring von Rindenzellen mit größeren Interzellularen, welche die Kommunikation der Luftgänge der Achse mit dem Aerenchym des Blattes herstellen. Diesen Bautypus fand ich bei *Connarus ellipticus* und *C. diversifolius*. Ganz anders beim großblättrigen *Connarus*. Hier sind die Interzellularen im ganzen Rindengewebe äußerst klein und die Durchlüftung findet wesentlich durch die großen Interzellularen statt, welche das kleine, doch im Gegensatze zum toten Marke des Blattstieles lebende Zentralmark (*m* in Fig. 2 der Tafel) besitzt. So sehen wir bei diesem *Connarus* nicht nur das Leitsystem, sondern auch das Durchlüftungssystem zentralisiert. Über die Bedeutung der Interstitienarmut des Rindengewebes ist schon manche Meinung geäußert worden[1]; ich will nur bemerken, daß die fast vollständige Entlastung desselben von jeder Nebenfunktion, wie sie ja auch die Herstellung von größeren Gaskommunikationswegen zwischen Achse und Spreite darstellt, nur zum Vorteil der Hauptfunktion sein kann, als die wir das Freimachen der zur Bewegung führenden Wachstumsenergien ansehen müssen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes möchte ich noch auf eine Erscheinung in den Markstrahlen der Polster aufmerksam machen, die mutmaßlich einige Bedeutung für die Mechanik der Gewebedifferenzierung hat, die ich aber leider an meinem Materiale nicht weiter verfolgen konnte. Hierzu wäre vor allem das genaue Studium der Entwicklungsstadien in der Organ- und Gewebedifferenzierung vonnöten. Es handelt sich um

[1] Es sei eine Einrichtung zu besserer Durchleuchtung der Rinde, meint Schwendener (Die Gelenkpolster von *Mimosa pudica*, Sitzungsber. der Berliner Akademie XIV, 1897, p. 228), nach Pantanelli (Studi d'anatomia e fisiologia sui pulvini motori di Robinia pseudacacia e Porlieria hygrometra. Atti d. Soc. d. Nat. e Matem. Modena XXXIII, 1900, p. 204) eine Einrichtung zur Erleichterung des Stoffverkehres zwischen Zellen verschiedenen osmotischen Druckes.

schiefwinklige Anordnung von Zellwänden im genannten Parenchyme. Macht man einen möglichst exakten medianen Längsschnitt durch das kräftige Basalpolster des großblättrigen *Connarus* — an den Fiedergelenken ist die Erscheinung nicht so auffällig —, so sieht man die Zellenzüge der Markstrahlen nur in der mittleren Partie des Organes rechtwinklig zu den langgestreckten Elementen des Zentralstranges; in den basalen und in den apikalen Partien verlaufen sie dagegen

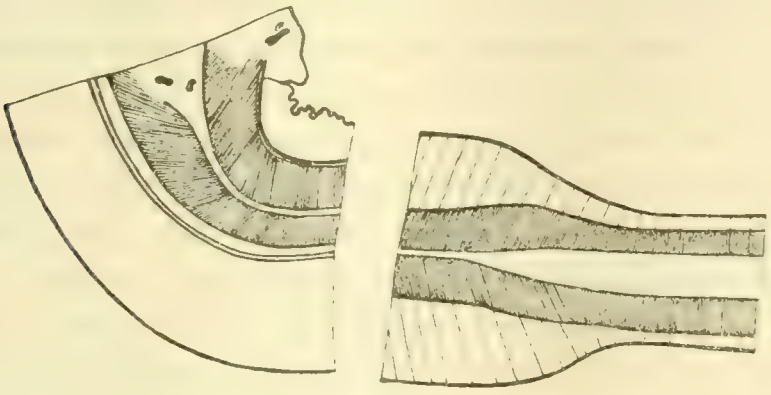


Fig. 5.

Mediane Längsschnitte durch die basale und durch die apikale Partie eines Basalpolsters von *Connarus* sp. Die Schraffen innerhalb der Leitelemente geben die Richtung der Zellenzüge in den Markstrahlen an, in der rechten Hälfte der Figur ist auch die Richtung der Zellenzüge in der Rinde angegeben. Vergr. $3^1/_1$.

schräg, und zwar so, daß die Zellenzüge sowohl in der Basis als auch im Apex des Polsters körperlich Kegelmäntel darstellen, deren Spitze jeweilig gegen die Mitte des Polsters gerichtet ist. Je näher der Mitte, desto flacher werden die Kegel; die Kegelmäntel nähern sich einer Ebene, die in den mittleren Partien des Polsters erreicht ist. In Textfig. 5 habe ich dies Verhalten für Basis und Apex am medianen Längsschnitte schematisch dargestellt. Im apikalen, nicht gekrümmten Teile findet sich ferner angedeutet, daß sich die Richtung der Zellenzüge der Markstrahlen auch in das Rindengewebe fortsetzt und dort mehr minder rechtwinklig auf die Grenzkontur des Organes steht. Vielleicht ist es auch in der Basis vor dem Eintritt der Krümmung ähnlich; darüber kann ich nicht entscheiden. Mutmaßlich hängt dieser auffallende Verlauf der Markstrahlenzüge mit der Zentralisierung der Leitelemente und mit der Vergrößerung des Rindenparenchyms zusammen. Wie gesagt,

dürfte die Verfolgung der einzelnen Entwicklungsstadien des Organes besonders der Entstehung und Differenzierung der Prokambiumstränge klarere Vorstellungen schaffen. Mit Rücksicht auf die ziemlich allgemein bei der Zellteilung orthogonal erfolgende Membranbildung, die zur Aufstellung verschiedener Theorien über die Mechanik des Vorganges Anlaß gegeben hat, ist nun weiters bemerkenswert, daß auch die Querwände in den schrägen Zügen der Markstrahlen zu diesen Zügen durchaus schräg orientiert sind, so daß das ganze aus mehr minder kubischen Zellen bestehende Gewebe in den bezeichneten Partien an beliebigen, exakt median geführten Längsschnitten den Eindruck einer stattgefundenen parallelogrammatischen Verschiebung macht. Da aber nach der Kleinheit der Zellen und der Zartheit ihrer Membranen anzunehmen ist, daß auch n a c h der Ausbildung des Polsters bei dessen fernerem Dickenwachstum[1] Zellteilungen auftreten: so ist es ziemlich ausgeschlossen, daß das Gewebe mit der Gesamtzahl seiner im erwachsenen Zustande zur Beobachtung gelangenden Zellen eine derartige Verschiebung erfahren hat und ist eher anzunehmen, daß hier tatsächlich plagiogonale Zellteilungen vorliegen.

II.

Was die Bewegungsmechanik anbelangt, so sind die Gelenke der Connaraceen größtenteils Wachstumsgelenke. Mit voller Gewißheit läßt sich das von den Basalpolstern behaupten, wie die folgenden Darlegungen zeigen werden. Auch die Fiedergelenke weisen Verhältnisse auf, die für ein Bewegen durch Wachstum sprechen, doch sind die Momente, die sich aus der anatomischen Untersuchung ergeben, hier nicht so zwingend; durch einen einfachen Entspannungsversuch an lebendem Materiale ließe sich die Sache sofort entscheiden.

An den mächtigen Basalpolstern des großblättrigen *Connarus* fällt auf, daß sich an der Krümmung niemals das Polster in seiner ganzen Länge beteiligt, daß vielmehr in ähnlicher

[1] Vergl. das über das Dickenwachstum des Zentralzylinders auf p. 362 und 363 Gesagte.

Weise, wie ich das für die Basalpolster der Menispermaceen geschildert habe[1], nur gewisse Partien, und zwar zunächst die basalen die notwendige Bewegung bewerkstelligen. So zeigte ein stark gekrümmtes Polster einen vollkommen geraden apikalen Abschnitt von 7 *mm*, ein zweites weniger in Anspruch genommenes, einen solchen von 10 *mm*. Das ist umso sonderbarer, als es bei einer derartigen Beschränkung der Aktionszone und dem bedeutenden Querdurchmesser des Organs (7 bis 9 *mm*) notwendigerweise zu starken Kompressionen an der konkav werdenden Seite kommen muß, wenn die Lage des

Fig. 6.

Medianer Längsschnitt durch die stark komprimierte Rinde der basalen Region eines Primärgelenkes von *Connarus* sp. Schraffiert Partien abgestorbener Zellen. Die untere Kurve begrenzt das Rindengewebe gegen den Zentralzylinder. Die punktierten Linien geben die Begrenzung des Rindenschnittes nach Übertragung aus Alkohol in Wasser und nach Entfernung der konvexen Hälfte an. Vergr. 27.

Blattes um einen größeren Winkelbetrag verändert werden soll. Hierbei entstehen an der Konkavseite Falten und Fältelungen, wie sie in gleicher Zahl und Tiefe kaum anderweitig an pflanzlichen Organen vorkommen dürften. Durch den Druck der wachsenden Teile werden sogar ganze Zellkomplexe der peripheren komprimierten Rinde getötet. Die Textfig. 6, die den basalen Teil eines medianen Längsschnittes durch ein stark

[1] Sperlich, Untersuchungen an Blattgelenken, I. Reihe, p. 7.

gekrümmtes Primärpolster wiedergibt, soll das Gesagte veranschaulichen; die in der Figur schraffiert gehaltenen Teile bestehen aus abgestorbenen Zellen. Überträgt man Schnitte durch das in Alkohol konservierte Material in Wasser, so ist es infolge der verschiedenen Quellung der komprimierten und expandierten Rindenteile unmöglich, dieselben in eine Ebene zu bekommen; stets wird durch die stärker quellende komprimierte Rinde die Krümmung des Organs etwas ausgeglichen und dadurch der konvexe Rindenteil gewellt. Die punktierte Linie in Fig. 6 zeigt die Dimensionsänderung der zusammengedrückten Rindenteile nach Quellung in Wasser und Entfernung der konvexen Rindenpartie.

Allem Anscheine nach dürften, wie das in den tätigen Basalpolstern der Menispermaceen normalerweise erfolgt, auch in den Basalpolstern von *Connarus* bei erneuter Inanspruchnahme des Organs nicht die schon einmal gekrümmten, sondern die bis dahin noch geraden Teile in Aktion treten. Wie ich für die Menispermaceen feststellen konnte [1], weisen deren Polster dieser eigentümlichen Inanspruchnahme entsprechend Zonen verschiedener Gewebedifferenzierung auf und steht diese mit der Krümmungstätigkeit des Organs im Zusammenhange. Ein solches Verhalten ist an den Polstern der Connaraceen nicht feststellbar. Trotzdem sie anscheinend wie die Gelenke der Menispermaceen jeweilig nur streckenweise für die Bewegung des Blattes ausgenützt werden, so zeigen sie doch in ihrer Gänze eine vollkommen gleichartige Gewebedifferenzierung. Auch Anisotrophien, wie solche in ganz charakteristischer Weise bei den Bewegungsorganen der Menispermaceen [2] zur Beobachtung gelangen, fehlen hier vollständig; nur eine morphologische Dorsiventralität ist selbst bei den im großen und ganzen radiären Basalpolstern am Baue des Zentralzylinders noch feststellbar (vgl. Textfig. 4 *a*).

Mit Rücksicht auf den großen Querschnitt und die verhältnismäßig kurze Aktionszone der Basalpolster ist es vielleicht nicht unangezeigt, das bei deren Krümmung tätige

---

[1] A. a. O., p. 17 ff. und p. 26.

[2] A. a. O., p. 51 ff. und p. 81 bis 82.

Zellenwachstum im einzelnen etwas näher zu betrachten. Es stellt sich dabei heraus, daß nicht alle Teile der sich expandierenden konvex werdenden Rindenhälfte eine Streckung in der Richtung der Tangente des Krümmungsbogens erfahren, sondern daß in eigentümlicher Korrelation zentral gelegene Rindenteile und die Teile der konvexen Hälfte des Zentralzylinders gleichzeitig in der Richtung des Radius gestreckt werden. Textfig. 7 zeigt einen medianen Streifen aus dem Querschnitte durch die Krümmung. Es fällt sofort auf, daß die konvexe (untere) Rindenhälfte doppelt so breit ist als die konkave (obere). Genaue Zählungen ergeben, daß gleichwohl die Zellenzahl in beiden Teilen vollkommen dieselbe ist: das ausgewachsene Basalpolster des großblättrigen *Connarus* hat ringsum eine Rinde von 37 bis 41 Zellschichten. Wie aus der Figur ersehen werden kann, wird die Erweiterung der konvexen Rinde wesentlich durch radiale Streckung der Rindenzellen in den Zonen *a*, *b* und *c* bewerkstelligt. An dieser Streckung nehmen auch die angrenzenden Teile des Zentralzylinders, besonders die im früheren Abschnitte beschriebenen metamorphosierten Bastzellen teil. Sehr deutlich ist dies auch an Fig. 2 der Tafel ersichtlich. Zur Ergänzung der durch den Querschnitt gewonnenen Vorstellung seien zwei gleich breite Stücke der konvexen und der gegenüberliegenden konkaven Rinde im Längsschnitte durch Textfigur 8 *a* und *b* dargestellt. Wir erkennen

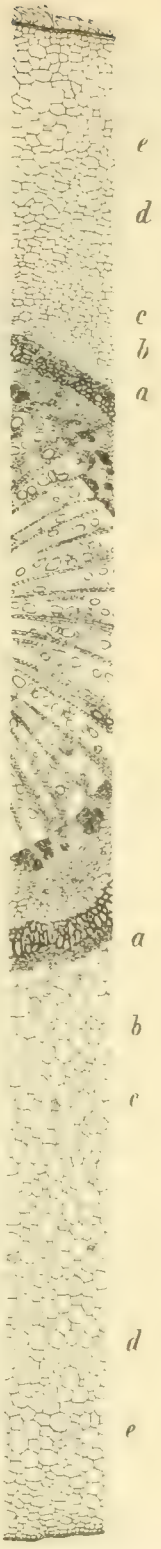


Fig. 7.

Medianer Streifen aus dem Querschnitte durch die gekrümmte Region eines Basalpolsters von *Connarus* sp. Erklärung im Texte. Vergr. 15.

auch aus diesen, daß es sich vorwiegend um eine radiale Streckung der angegebenen Gewebe handelt.

Durch den Vergleich solcher gleich breiter Längsschnittflächen, deren ich mehrere untersucht habe, läßt sich auch

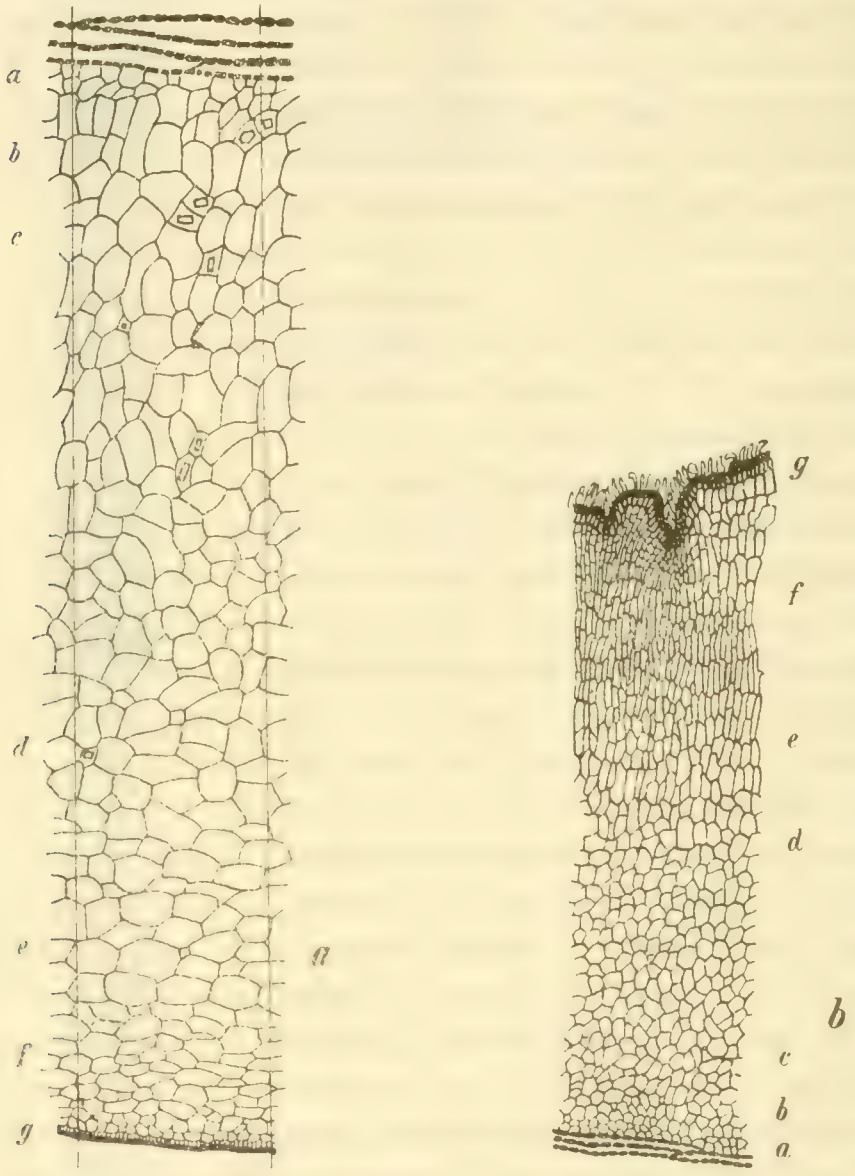


Fig. 8.

Längsschnittstreifen gleicher Breite aus der Rinde eines gekrümmten Basalpolsters von *Connarus* sp. *a)* aus der Konvexseite, *b)* aus der Konkavseite. Erklärung im Texte. Vergr. 35.

unter steter Rücksichtnahme auf den Querschnitt eine annähernd richtige Vorstellung über das zur Erzielung der Krümmung notwendige relative Wachstum der einzelnen

Polsterschichten gewinnen. Es sei dies an den wiedergegebenen Schnitten vorgeführt.

Die an den Zentralzylinder in der konkaven Rindenhälfte angrenzenden Zellen der Zonen *a*, *b*, *c* bis gegen *d* (Fig. 8 *b*) sind, wie ein Vergleich mit der Querschnittsfigur zeigt, vollkommen isodiametrisch und wir können sie, da keinerlei Streckung an ihnen bemerkbar und eine auf bestimmte Zonen der Rinde beschränkte Zellvermehrung nach dem früheren ausgeschlossen ist, als Vergleichseinheit annehmen. Hier und in den angrenzenden Teilen des Zentralzylinders erfolgt kein zu Lagenveränderung des Organs führendes Wachstum. Die Zellenzahl beträgt nun für gleich breite Längsschnitte

	in der konvexen Rinde (Fig. 8 *a*)	in der konkaven Rinde (Fig. 8 *b*)
Zone *a*:	10,	18—20,
Zone *b*:	7,	12—14,
Zone *c*:	6,	14,
Zone *d*:	5—6.	12—13.

Es wird demnach in den bezeichneten Zonen eine gleich lange Strecke im konkaven Rindenteile beiläufig von doppelt so viel Zellen ausgefüllt als im konvexen Rindenteile, oder die Zellen der Konvexseite haben sich in den zentralen Rindenzonen (*a* bis *d*) gegen die Konkavseite in der Richtung der Krümmungstangente auf das Doppelte gestreckt. Schreiten wir von Zone *d* in beiden Schnitten gegen die Peripherie des Organs, so bemerken wir schon bei oberflächlicher Betrachtung eine Änderung des Verhältnisses. In Zone *e* endlich beträgt die Zellenzahl für die konkave Rinde 20 bis 23, für die konvexe 5; die Zellen der konvexen Rinde sind demnach in dieser Zone gegenüber den entsprechenden Zellen der konkaven Rinde mehr als viermal in der Richtung der Tangente gestreckt. Zugleich sehen wir aber aus Textfig. 8 *b*, daß die Zellen in Zone *e* und noch mehr über diese Zone hinaus bei annähernd gleichem Volumen radial gestreckt erscheinen und, wenn wir den Querschnitt (Fig. 7) zum Vergleiche heranziehen, plattenförmige Gestalt erhalten haben. Es liegt somit hier in der Richtung der Tangente eine Wachstumsverkürzung durch eine ähnliche Formveränderung der Zellen vor, wie wir sie von der sich verkürzenden Wurzel her kennen. Das in Zone *e* erhaltene Zahlenverhältnis zwischen den Zellen der Konkav- und der Konvexrinde kommt dem Verhältnis der makroskopisch am Organe gemessenen Längen des konkaven und des konvexen Begrenzungsbogens am nächsten. Es maß der Konvexbogen 21·7 *mm*, der Konkavbogen (selbstverständlich ohne Berücksichtigung der Falten) 6 *mm*; das Verhältnis ist (21·7 : 6) 3·6, also annähernd 4 wie das der tangentalen Zellenstreckung in Zone *e* der konvexen Rinde gegenüber *e* der konkaven Rinde. Da Zone *e* im konvexen Rindenteile nahe der Peripherie liegt und sich ihre ganze Länge nicht viel von der an der Peripherie gemessenen Länge des konvexen Begrenzungsbogens unterscheiden dürfte, so ergibt sich aus den geschilderten Verhältnissen in voller Übereinstimmung mit der aus der Zellen-

gestaltung in Zone *e* gewonnenen Vorstellung, daß die (in der Richtung nach außen) über Zone *e* liegenden Teile der Konkavrinde eine Verkürzung erfahren. Etwas innerhalb Zone *e*, also beiläufig in der Mitte der konkaven Rinde muß die Grenzlinie liegen, von welcher ab die konkave Rinde bei der Krümmung des Organs sich tangential zusammenzieht. Diese Zusammenziehung erfolgt zunächst durch die schon erwähnte Formveränderung der Zellen, gegen Zone *f* tritt dann überdies eine passive Pressung hinzu, die zur Tötung bestimmter Zellkomplexe führt. Das partienweise bis zum Verschwinden der Zellumina zusammengepreßte Gewebe wird notwendigerweise an verschiedenen Stellen radial vorgewölbt, wodurch die tiefen und zahlreichen Falten der Konkavseite entstehen. Es sei nicht unerwähnt, daß der wiedergegebene Streifen aus dem Längsschnitte (Fig. 8 *b*) einer Partie entspricht, die nicht die Kompressionserscheinungen in ihrem Maximum zeigt. Doch auch hier finden sich in Zone *f* 29 bis 31 Zellen gegenüber 7 Zellen der entsprechenden Zone an der Konvexseite und in der subepidermalen Schichte *g* 54 bis 56 Zellen gegenüber 18 Zellen der Konvexseite zusammengepreßt.

Nach dem Vorhergehenden sind die Wachstumserscheinungen in den dicken Basalpolstern von *Connarus* durchaus nicht so einfach, wie man zunächst denken möchte. Es handelt sich, wie wir gesehen, um Längsstreckung der konvex werdenden Teile unter gleichzeitiger Verkürzung und selbst passiver Zusammenpressung der gegenüberliegenden Partien. Dazwischen liegt eine neutrale Zone, die aber, was besonders hervorgehoben werden muß, nicht dem Zentralzylinder entspricht, sondern etwa ein Drittel des Zentralzylinders und nahezu die Hälfte der angrenzenden Rinde umfaßt. Es ist demnach ein großer Teil des Zentralzylinders an den Wachstumsvorgängen, die zur Lagenänderung des Blattes führen, mit beteiligt; sein Bau entspricht, wie im vorhergehenden Kapitel auseinandergesetzt wurde, dieser Tätigkeit vollkommen. Mit der Längsstreckung der sich expandierenden Teile des Zentralzylinders und der Rinde ist weiters eine Querstreckung ihrer Elemente verbunden, die besonders in den zentralen Regionen sehr auffallend ist. Dadurch wird die wirksame Querschnittsfläche für die Leistungen der Turgorkraft bedeutend vergrößert. Wenn man überlegt, wie hoch das statische Moment der großen *Connarus*-Blätter ist[1], und bedenkt, daß der bei der Expansion entwickelte Druck Gewebeteile bis zum Absterben komprimiert,

[1] Vgl. die annähernde Berechnung auf p. 354.

so ist das Vorhandensein einer großen wirksamen Fläche und eines großen Hebelarmes der im Zentrum der Fläche in Angriff gedachten Turgorkraft ganz begreiflich. Experimentell zu prüfen wäre, ob eine Krümmung in entgegengesetzter Richtung — die untersuchten Gelenke waren alle aufwärts gekrümmt — zu gleichen Wachstumserscheinungen führt und ob die radiale Streckung der sich expandierenden Teile von der Schwerkraft an sich oder von der zu hebenden Last irgendwie abhängig ist.

Die Fiedergelenke des großblättrigen *Connarus* zeigten nur sehr geringfügige Krümmungen und Torsionen; die grobe Einstellung des Blattes wird eben vom Primärpolster besorgt. Anders bei *C. diversifolius* und *ellipticus*, deren Basalgelenke, wie im vorhergehenden Abschnitte schon hervorgehoben wurde, nicht lange aktionsfähig bleiben. Bei diesen Arten werden von den Fiedergelenken sehr bedeutende Krümmungen, die vielfach mit Torsionen verbunden sind, ausgeführt. Der Vergleich der Zellengröße und -gestalt an den gegenüberliegenden Rindenteilen spricht auch hier für eine Bewegung durch Wachstum, und zwar ohne Vergrößerung der Zellenzahl. Da sich aber im Zentralzylinder dieser Gelenke, der sich nach Entfernung der Rinde und Quellung in Wasser fast völlig geradestreckt und demnach vorzüglich durch die Expansion der Rinde gebogen erscheint, keine auffälligen Wachstumserscheinungen feststellen lassen, möchte ich von einer endgültigen Aussage über die Bewegungsmechanik hier absehen. Es sei jedoch hervorgehoben, daß sich außer dem schon erwähnten Verhalten der Rindenzellen noch die folgenden Momente für eine durch Zellenwachstum hervorgerufene Bewegung anführen lassen:

Schon im ersten Abschnitte wurde gesagt, daß da und dort Teile des Leitsystems vom Zentralzylinder abzweigen und streckenweise mitten durch das Rindengewebe hinziehen. Derartige Leitbahnen wären einer Variationsmechanik nur hinderlich. Dazu kommen die durch Wundkork verheilenden, oft sehr ansehnlichen Querrisse der Epidermis an der Konvexseite des gekrümmten Gelenkes, die in Fig. 10 der Tafel (*r*) zu sehen sind. Textfig. 9 zeigt ferner eine sehr interessante und in dem vorliegenden Zusammenhange noch nicht bekannte

Erscheinung, die sich ebenfalls nicht mit einer Variationsmechanik vereinen läßt. Es werden nämlich in den stark gekrümmten Fiedergelenken von *Connarus diversifolius* und *ellipticus* sehr oft bei der Expansion der konvex werdenden Rinde nicht nur Partien, sondern die peripheren Schichten der Konkavseite durchwegs durch Druck getötet und die Zellschichten voneinander getrennt, was die Bildung eines längs der ganzen Konkavseite hinziehenden Kambiums (die in der Figur punktierte Zone) veranlaßt. Dieses Kambium produziert reichlich Wundkork, der, wie auf der linken Hälfte der Figur ersichtlich ist, die abgestorbenen ursprünglichen Rindenschichten nach außen drängt. Diese Abhebung der getöteten Schichten ist auch in Fig. 10 der Tafel gut zu sehen.

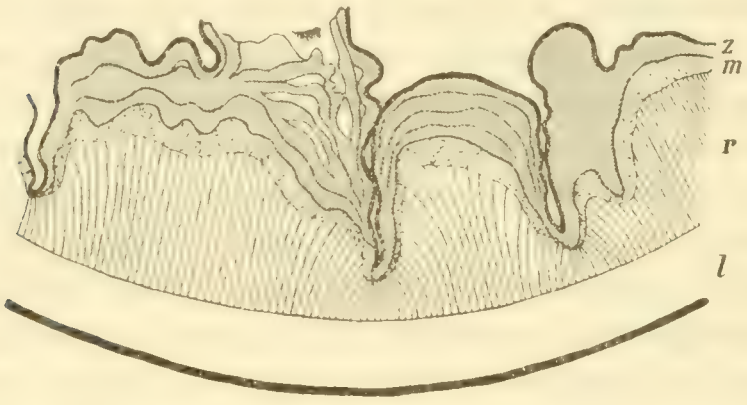


Fig. 9.

Medianer Längsschnitt durch die konkave, komprimierte Rinde eines Fiedergelenkes von *Connarus diversifolius*. *l* Durchlüftungszone des Rindengewebes; *r* interzellularenarme Rinde, die Schraffen geben die Richtung der Zellenzüge an; *m* Wundkorkbildungsgewebe; z durch Kompression getötete und teilweise abgehobene Rindenschichten. Vergr. 32.

Aus dem vorhergehenden läßt sich wohl wenigstens mit größter Wahrscheinlichkeit aussagen, daß auch bei den Fiedergelenken der Connaraceen trotz ihres an Variationsgelenke gemahnenden Baues eine durch Entspannung der Zellen rückführbare Krümmung ausgeschlossen ist und ihre Bewegungen gleichfalls durch Wachstum erfolgen.

Zusammenfassung.

1. Die basalen Polster und Fiedergelenke der zusammengesetzten Blätter von *Connarus* haben entsprechend der nahen Verwandtschaft der Familie mit den Leguminosen den bekannten durch Zentralisierung der Leitelemente charakterisierten Bau. Ihre Bewegungen erfolgen durch Wachstum.[1]

2. Die Oberfläche der Gelenke, besonders der Fiederblattpolster, weist zahlreiche, dicht nebeneinander liegende und rings um das Organ verlaufende Querrunzeln auf. Sie entstehen dadurch, daß sich bestimmte periphere Zellgruppen der Rinde an der allgemeinen radialen Streckung, die zur Volumsvergrößerung des Rindengewebes führt, nicht beteiligen. Die Bedeutung der Einrichtung liegt meines Erachtens darin, daß das Vorhandensein enger Stellen dem turgeszenten voluminösen Organe das Ausbiegen und Ausweichen bei der Einwirkung äußerer Kräfte — wie Wind und Regenfall — erleichtert und es dadurch innerhalb gewisser Grenzen vor dem Zerreißen seiner parenchymatischen Rinde bewahrt, einer Gefahr, welcher die Polster von Blättern mit derben, weniger nachgiebigen Spreiten eher denn andere ausgesetzt sind. Dieselbe Bedeutung hat die auch sonst bei Teilblattpolstern häufige, verengte Stelle, der »Gelenkshals«, beim Übergange des starren Stielteiles in das Gelenk.

3. Die Bastfaserzellen der Gefäßbündelbelege im starren Blattstiel werden innerhalb der Polster von *Connarus* nicht wie allgemein innerhalb der bekannten Bewegungsorgane durch Kollenchym ersetzt, sondern durch eigentümliche, verdickte und teilweise verholzte, mit großen schrägen Tüpfeln versehene, prosenchymatische Elemente, deren sekundäre wie reine Zellulose reagierende Verdickungsschichten sich überaus quellbar erweisen.

4. Der zentrale Holzkörper der *Connarus*-Polster hat lianenartige Struktur. Diese wird bei einem nicht

[1] Dies gilt für die basalen Polster mit Bestimmtheit, für die Fiedergelenke mit größter Wahrscheinlichkeit.

näher bestimmten, großblättrigen *Comarus* durch zahlreiche mehrschichtige Markstrahlen und parenchymatische Entwicklung großer Komplexe des Holzteiles, bei *C. ellipticus* und *diversifolius* durch die bekannte Furchung und Spaltung des Holzkörpers erzielt. Die lianenartigen Anomalien des Holzes sind bei dem großblättrigen *Comarus* ausschließlich auf die Bewegungspolster beschränkt, für die anderen untersuchten Arten muß es mangels entsprechenden Achsenmaterials unentschieden bleiben, ob die lianenartige Ausbildung des Holzes innerhalb der Polster die Anwendung des Bauprinzipes der betreffenden Achsen darstellt oder aber, wie im ersten Falle, ein Spezifikum der Blattgelenke ist. In allen Fällen fehlt der lianenartige Bau im Bereiche des starren Blattstieles vollkommen. Durch diesen Bau werden die Zentralzylinder der Polster weitgehend aktiv plastisch, in Fällen aber, wo eine aktive Beteiligung des Zentralkörpers am Wachstum nicht notwendig ist, wird deren passive Biegung erleichtert.

5. Nicht bei allen Arten der Gattung bleibt das Basalpolster im späteren Alter des Blattes aktionsfähig. Aktionsfähige Basalpolster werden bei den Orientierungsbewegungen nur streckenweise zur Krümmung herangezogen. Infolge des großen Querdurchmessers und der relativ kurzen Krümmungszone entstehen an der konkav werdenden Seite des Organs Kompressionsfalten, wie sie in gleicher Zahl und Tiefe kaum anderweitig an Bewegungspolstern vorkommen dürften. Die neutrale Wachstumszone liegt bei den ansehnlichen Krümmungen der basalen Polster nicht im Bereiche des Zentralzylinders, sondern exzentrisch in einer Gewebepartie, welcher die gegen die konkav werdende Seite gelegenen peripheren Elemente des Zentralkörpers und eine angrenzende Partie des Rindengewebes angehören. Die restlichen Teile der konkaven Rinde werden durch Formveränderung ihrer Zellen verkürzt, die peripheren Teile passiv und stellenweise bis zur Tötung der Zellen komprimiert. An der Längsstreckung nimmt der Zentralkörper fast in seiner Gänze und die konvexe Rindenhälfte teil. Mit der Tangentialstreckung ist eine radiale Streckung der gegen die konvexe Seite gelegenen Elemente

des Zentralzylinders und der angrenzenden Rindenzellen verbunden. Eine relative Zellvermehrung findet bei diesen Vorgängen nicht statt.

6. Bei den Krümmungen der Fiedergelenke scheint der Zentralzylinder größtenteil passiv durch die Expansion der konvex werdenden Rinde gebogen. In Fällen weitgehender Krümmung veranlaßt die Kompression der konkaven Rinde die Tötung und Abhebung peripherer Zellschichten und hiermit die Bildung eines oft längs der ganzen Konkavseite hinziehenden Wundkorkmeristems.

Obwohl meine Studien an Blattgelenken auch in morphologischer Hinsicht mit dieser Mitteilung nicht ihren Abschluß gefunden haben, möchte ich doch jetzt schon feststellen, daß sich nach dem bisher bekannt Gewordenen die **Nutationspolster** der Blattstiele in zwei große Gruppen scheiden lassen, eine Scheidung, die freilich — man kann das nach allgemeiner Erfahrung wohl getrost behaupten — unter Berücksichtigung jedes Einzelfalles nicht streng durchführbar sein wird:

1. Blattpolster, die zur Ausführung ihrer besonderen Leistung im Dienste der Orientierung des Blattes einen entsprechenden, ganz spezifischen und vollendeten Bau — den allgemein bekannten Gelenksbau — ausgebildet haben: **Metaplastien** des Blattstieles.

2. Blattpolster, in welchen zu gleichem Zwecke die normale Gewebedifferenzierung des Blattstieles nicht bis zur Vollendung durchgeführt wird: **Hypoplastien** des Blattstieles.

Zu dieser zweiten Gruppe gehören die von mir näher untersuchten Gelenke der Menispermaceenblätter, die ich rücksichtlich ihres Baues folgendermaßen charakterisiert habe: ein Stück Blattstiel in vergrößertem Maßstabe auf niederer Differenzierungsstufe festgehalten.[1] Mutmaßlich gehört die Mehrzahl der durch Untersuchungen früherer Forscher bekannt gewordenen Polster mit »peripher gelagerten Gefäßbündeln« in diese Gruppe.

---

[1] Sperlich, Untersuchungen an Blattgelenken, I. Reihe (Fischer, Jena, 1910), p. 26.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Blatt einer großblättrigen *Connarus*-Art mit kräftigem Hauptblattgelenke und polsterartig verdickten Fiederblattstielen (Alkoholpräparat). $^1/_7$ nat. Größe.

Fig. 2. Querschnitt durch den Zentralzylinder eines Basalpolsters dieser *Connarus*-Art aus der gekrümmten Region des Organs. *m* das mit großen Interzellularen versehene Zentralmark (Zentralisierung des Durchlüftungssystems im Gelenke); *r* der Ring metamorphosierter Bastzellen, der bei *u* Unterbrechungen zeigt; *g* quergetroffene, große Gerbstoffschläuche. Die Figur zeigt überdies die an der konvexen Unterseite des Organs stattfindende radiale Streckung der peripheren Elemente des Zentralzylinders und der angrenzenden Rindenzellen. Vergr. 24.

Fig. 3. Querschnitt durch ein Fiederblattgelenk derselben *Connarus*-Art. Vergr. 7·4.

Fig. 4. Gelenk des Terminalblättchens vom Blatte dieses *Connarus* mit den eigentümlichen Querrunzeln. *h* Gelenkshals. Vergr. 1·3.

Fig. 5. Querschnitt durch einen Hauptblattstiel dieses *Connarus*. Vergr. 7·6.

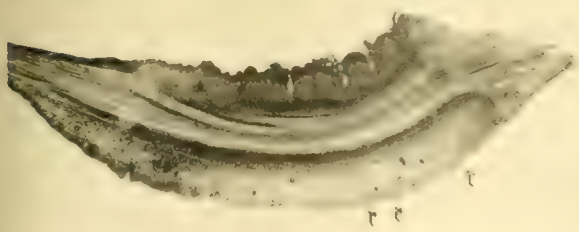
Fig. 6. Querschnitt durch das Basalpolster eines Blattes von *Connarus ellipticus* King. Vergr. 6·8.

Fig. 7. Querschnitt durch einen Hauptblattstiel von *C. ellipticus*. Vergr. 7·2.

Fig. 8. Querschnitt durch ein Fiederblattgelenk von *C. ellipticus*. Vergr. 9·2.

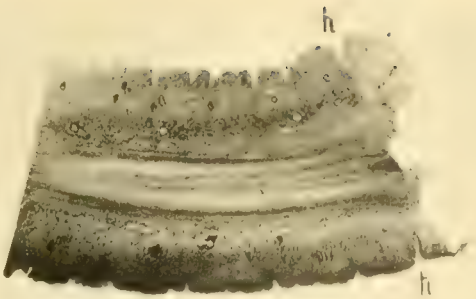
Fig. 9. Basale Hälfte eines Längsschnittes durch ein Fiederblattgelenk von *C. ellipticus*. Zeigt die tiefen Querrunzeln der konkaven (oberen) und die weniger tiefen Runzeln der konvexen (unteren) Seite. *h* Gelenkshals. Vergr. 8.

Fig. 10. Längsschnitt durch ein Fiederblattgelenk von *Connarus diversifolius* Hort?. Zeigt die Abhebung der durch Kompression getöteten Rindenschichten an der Konkavseite. *r* Rindenrisse der Konvexseite. Vergr. 5·3.

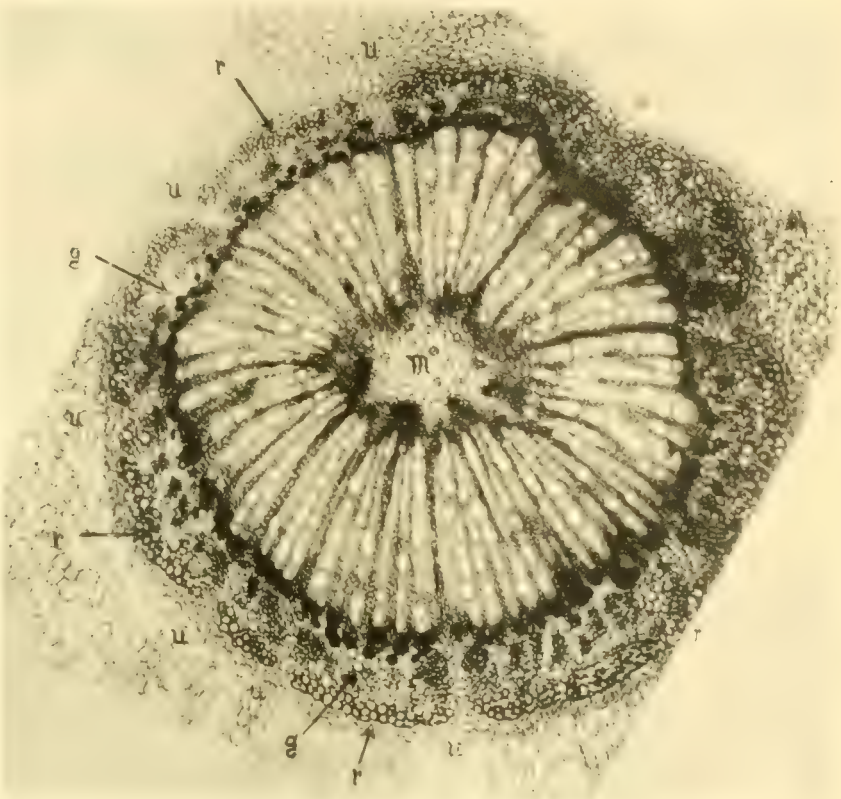


10

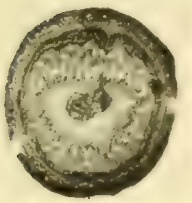
9



1



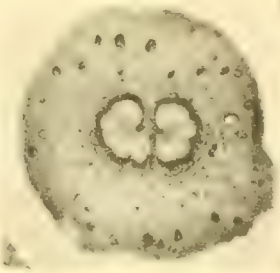
2



7

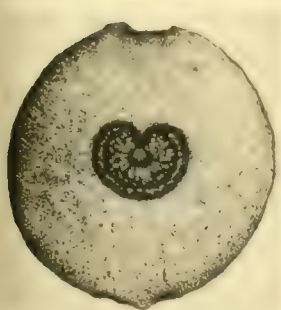
8

6



4

5



3

Fragmente zur Mykologie

(XIII. Mitteilung, Nr. 642 bis 718)

von

Prof. Dr. **Franz v. Höhnel,**

k. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1911.)

642. **Midotiopsis bambusicola** P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 17.

Ist eine gute Gattung nach dem Originalexemplare, die im wesentlichen gut beschrieben und richtig eingereiht ist.

Der Pilz ist ein *Cenangium* mit kugeligen Sporen und am nächsten mit *Encoeliella* v. H. verwandt. *Encoeliella* ist ganz so wie *Midotiopsis* gebaut, jedoch sind die Ascomata außen mit einzelligen, pfriemlichen, dickwandigen Haaren bedeckt. *Encoeliella Ravenelii* (B. et Curt.) v. H. = *Peziza hysterigena* B. et Br. ist verschieden von *Mollisiella ilicincola* (B. et Br.) Phill.; *Mollisiella* Phill. = *Unguiculariopsis* Rehm. (Ann. myc. 1909, VII. Bd., p. 400). (Siehe Fragmente zur Mykologie, 1910, XI. Mitt., Nr. 528.)

643. **Rehmiomyces Pouroumae** P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 270 c. Icon.

Da der Name *Rehmiomyces* bereits 1902 von Saccardo und Sydow als Subgenus von *Bertia* verbraucht war (Syll. Fung., XVI., p. 489), wurde er in *Dictyonia* Sacc. et Syd. umgeändert (Syll. Fung., 1906, XVIII., p. 144).

Der Pilz wird zu den Bulgariaceen gestellt und auch mit *Thyridaria* verwandt erklärt. Er wird als hervorbrechend und subtremellös beschrieben. Seine Sporen sollen mauerförmig geteilt sein. Diese Angaben sind unrichtig. Er ist eine ganz

oberflächlich wachsende Eupatellariacee, nach dem Originalexemplare in E. Ule, Mycotheca brasil., Nr. 87.

Auf der Unterseite der Blätter befinden sich dicht nebeneinander liegende tiefe Grübchen, in welchen die Spaltöffnungen liegen. Diese Grübchen werden von einem schwarzen, opaken Stroma ausgefüllt, das auch seitlich hervortritt und auf dem die Apothecien sitzen. Diese sind anfänglich krugförmig, dann flach schüsselförmig, schwarz, knorpelig-zähe, trocken hornig. Sie sind ganz aus derbwandigem Parenchym aufgebaut, das ein etwa 120 μ dickes Hypothecium und ein 60 bis 80 μ dickes Excipulum, das stumpfrandig ist, bildet. Der mittlere Teil des Hypotheciums ist schwarzbraun, der übrige blaß gefärbt. Die 12 bis 20 μ dicke Außenschichte des Excipulums ist schwarzbraun. Die Paraphysen haben ein fädiges Lumen und eine dicke verschleimende Wandung. Die Membran der Asci ist zweischichtig. Die innere Schichte ist dünn und fest, die äußere sehr dick und verschleimt. Daher erscheinen Asci und Paraphysen in festem Schleim eingebettet. Die hyalinen Sporen sind zweizellig. Der Inhalt der Zellen besteht aus 1 bis 1·5 μ breiten eckigen, mosaikartig zusammenstoßenden Körnchen, welche eine sehr kleinzellige Struktur vortäuschen. Beim Zerquetschen der Sporen kann man jedoch die austretenden Körnchen wahrnehmen und sehen, daß es sich nicht um Zellen handelt. Jod zeigt viel Glycogen in den Asci an, färbt die Sporen hellgelb, während die Asci ungefärbt bleiben. Über der Ascusschichte liegt ein dünnes, schwarzes, körnig zerfallendes Epithecium.

Noch sei bemerkt, daß die reifen Asci bei Druck leicht aus ihrer Schleimhülle, welche die äußere Membranschichte derselben darstellt, heraustreten und dann ganz dünnwandig erscheinen.

Der Pilz kann als eine ganz typische Patellariacee betrachtet werden, die anscheinend saprophytisch auf Blättern lebt.

Zu dem Pilze gehört *Podosporium Pourouma*e v. H. als Nebenfruchtform. Die sehr verschieden großen, schwarzen, pfriemlichen, bis 2 *mm* langen, unten bis 45 μ, oben 8 μ dicken, an der Basis oft bis 160 μ dick knollig angeschwollenen Synnemata sitzen in großer Zahl, nach allen Richtungen abstehend, auf einem kleinen,

schwarzen, unregelmäßig höckerigen Stroma. Sie bestehen aus parallel verwachsenen, braunen, etwa 2 μ dicken Hyphen; die lange einzellig bleibenden, bräunlichen Sporen sind zylindrisch-spindelförmig, an den stark verschmälerten Enden abgestutzt und schließlich vierzellig. Sie stehen einzeln an kurzen, etwa 4 μ breiten, einfachen, oben abgestutzten, blassen Sporenträgern, die locker stehen und eine bis 180 μ lange, schmale, endständige Keule bilden.

Das *Podosporium* zeigt ganz dieselbe Verteilung auf der Blattunterseite wie die *Dictyonia;* nach dem Absterben der Synnemata scheint sich unten am Stroma der Ascuspilz zu entwickeln.

644. Biatorellina Buchsii P. Henn.

Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. (307) c. Icon.

Der Pilz wächst auf Föhrenholz und ist, wie ich vermutete und in der Tat das Originalexemplar zeigte, eine ganz typische *Tympanis.*

Die Art ist von *Tympanis pinastri* Tul. und *Tympanis laricina* (Fuck.), welche letztere Art nach Fuckel's Exemplar, wenn auch nur wenig von ersterer abweicht, verschieden, ist jedoch höchst wahrscheinlich identisch mit *Tympanis pithya* (Fries), für welche Art die bis 18 μ breiten Asci und die etwas gekrümmten, spermatoiden Sporen charakteristisch sind, wie sie bei *Biatorellina* vorkommen. Letztere hat ein olivengrünes Epithecium und ein grobfaseriges, fast gelatinöses Hypothecium, welches blaß und braunfleckig ist. Bei *Tympanis pinastri* und *T. laricina* (Fuck.) ist das Epithecium braun und das Hypothecium kaum gelatinös und gleichmäßig braun.

Die Gattung *Biatorellina* muß daher als synonym mit *Tympanis* angesehen werden.

645. Plöttnera coeruleo-viridis (Rehm) P. Henn.

Verhand. botan. Verein Prov. Brandenburg, 1900, 41. Bd., p. 94 c. Icon.

Ist eine Stictideengattung, die von *Diplonaevia* Sacc. (Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 666) nicht verschieden ist. Indessen ist *Diplonaevia* Sacc. nach Rehm's Auffassung der

Stictideen eine Mischgattung, da Saccardo auf die Jodreaktion der Schlauchschichte keine Rücksicht nimmt. Da *Plöttnera* nach Rehm's Angabe (Hedwigia, 1891, 30. Bd., p. 253) mit Jod keine Blaufärbung des Ascusporus gibt, so stimmt sie mit *Phragmonaevia* Subgen. *Naeviella* Rehm (Hysteriac. und Discomyc., p. 164) überein. *Phragmonaevia* Rehm hat zwar zwei- bis vierzellige Sporen, allein die meisten Arten der Gattung haben nur zweizellige Sporen; bei den Arten mit vierzelligen Sporen treten die dritte und vierte Querwand erst spät und nicht immer sicher auf. Es ist daher hier, so wie bei vielen Discomyceten überhaupt auf die Zahl der Zellen kein generisches Gewicht zu legen.

Nach Hennings sollen die stets zweizelligen Sporen der *Plöttnera* blau werden, allein nach Rehm und Brefeld (Unters. a. d. Gesamtgeb. d. Mykol., 1891, X. Heft, p. 281) sind sie farblos. Offenbar beruht die gewiß manchmal eintretende Blaufärbung der Sporen auf der Absorption des Farbstoffes des Gehäuses des Pilzes durch den Plasmainhalt der Sporen und ist daher ohne systematischen Wert.

Die Gattung *Plöttnera* muß daher gestrichen werden und hat der Pilz *Phragmonaevia (Naeviella) coeruleo-virdis* (Rehm) v. H. zu heißen.

646. Janseella Asteriscus P. Henn. et E. Nym.

Monsunia, Leipzig, 1899, I., p. 73, Taf. V, Fig. 19.

Der Pilz wurde zuerst als *Eupropolis* de Not. beschrieben (l. c., p. 29). Die Enden der Paraphysen werden als schwarzbraun beschrieben; dem Pilz wird ein häufig doppeltes Excipulum zugeschrieben. Diese Angaben sind unrichtig. Das äußere Excipulum rührt vom Periderm her, durch welches der Pilz hervorbricht. Die Paraphysen sind ganz farblos. Die rotviolette Färbung der Fruchtscheibe rührt von kleineren und größeren Farbstoffkörpern her, die dem Hymenium ein- und aufgelagert sind. Jod gibt keine Blaufärbung.

Der Pilz ist ganz so gebaut wie *Melittiosporium (= Delpontia = Platysticta)* und ist nur durch die bräunlichen, nur ein- bis viermal quer geteilten Sporen davon verschieden.

Wenn *Eupropolis* de Not., die ich nur aus Saccardo, Syll. Fung., VIII., p. 676, kenne, wirklich eingewachsene hervorbrechende Apothecien hat, was aus der Beschreibung nicht zu ersehen, jedoch wahrscheinlich der Fall ist, da der Pilz als Stictidee eingereiht ist und der Name *Eupropolis* die Verwandtschaft mit der Stictidee *Propolis* andeutet, so wird *Janseella* = *Eupropolis* sein.

647. Phaeophacidium Escalloniae P. Henn. et Lindau.

Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 234, Taf. V, Fig. 2.

Der Pilz entsteht nach dem Originalexemplare in und unter der Epidermis. Ein Stroma fehlt. Das Gehäuse ist oben dünn, kohlig, opak und mit der Epidermis verwachsen, unten bräunlich, weich, dünnfaserig plectenchymatisch.

Er wird mit *Pseudorhytisma* und *Stictophacidium* verglichen.

Pseudorhytisma Juel (Öfvers. Kongl. Vetenscap Akad. Förh., 1894, Nr. 9, p. 498), ist ein stromatischer, mit *Rhytisma* verwandter Pilz.

Stictophacidium Rehm ist nach dem Originalexemplar mit einem weichen, hyalinen oder blassem Gehäuse versehen, daher eine *Stictidee*, wohin Rehm (Hysteriaceen und Discomyceten, p. 1215) die Gattung schließlich auch gestellt hat (siehe auch Hedwigia, 1888, 27. Bd., p. 168).

Hingegen ist *Phaeophacidium* offenbar mit *Hymenobolus* Mont. identisch. Letztere Gattung hat zwar ein derberes Gehäuse, was eben damit zusammenhängt, daß ihre einzige Art auf derben Blättern *(Agave americana)* wächst. Mein Exemplar derselben ist zwar unbrauchbar, ich zweifle jedoch nicht, daß beide Gattungen identisch sind.

Der Pilz gehört zu den Euphacidieen im Sinne Rehm's.

648. Phaeorhytisma Lonicerae P. Henn. et E. Nym.

Monsunia, 1899, I. Bd., p. 29 und 73, Taf. V, Fig. 18.

Ist schon vom Autor selbst als *Criella* Sacc. (Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 756) erkannt worden.

649. Nymanomyces Aceris-laurini P. Henn.

Monsunia, 1899, I. Bd., p. 28 und 72, Taf. V, Fig. 15.

Ist vom Autor selbst nachträglich als *Criella* erkannt worden (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. [111]). Siehe auch Sacc., Syll. Fung., 1902, XVI., p. 786.

650. Ascosorus floridanus (Ell. et Mart.) P. Henn. et Ruhl.

A. Engler's bot. Jahrb. f. Systematik usw., 1900, 28. Bd., p. 276.

Ist nach meinen Untersuchungen (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 244, in diesen Sitzungsber., mathem.-naturw. Kl., 118. Bd., Abt. I., p. 355) eine gute Cookellaceengattung.

651. Capnodiopsis mirabilis P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 298.

Ein interessanter, jedoch völlig verkannter und in fast allen Punkten falsch beschriebener Pilz.

Derselbe tritt angeblich auf den Blättern einer Composite auf.

In der Tat zeigt das Blatt genau dieselben charakteristischen Haarbildungen wie *Mikania rismiaefolia* und rührt daher gewiß von einer *Mikania* her.

Der Pilz bedeckt die ganze Blattunterseite in Form von zahllosen schwarzen, unregelmäßigen, gleichmäßig verteilten Punkten. Das Blatt zeigt unterseits zweierlei Haare, lange derbwandige, etwas verbogene spitze und kurze zartwandige, etwa 170 μ lange und 30 μ dicke, mit einem bräunlich gefärbten Safte erfüllte, bogig stark zusammengekrümmte Haare. Letztere Haare bestehen aus einer Reihe von Zellen, die in der unteren Hälfte derselben kurz sind und nach obenhin länger werden. Die Endzelle ist gestreckt und spitz. Der Pilz befällt nun nur diese Haare, und zwar meist in der Mitte. Hier werden dieselben bald opak, schwarz. Diese Verfärbung schreitet bis zur Haarspitze fort, während die unteren Haarzellen nicht schwarz werden. Nun bildet der Pilz an oder in der Nähe der Spitze des Haares ein rundliches oder unregelmäßiges, opakes zäh-kohliges, 60 bis 160 μ breites Stroma aus, welches wahrscheinlich klein-

zellig kohlig-parenchymatisch ist. Diese Stromata wurden von Hennings für Perithecien gehalten, und die sie tragenden geschwärzten Haare für die Schnäbel derselben. Nun entstehen an diesem Stroma einzeln oder zu wenigen polsterförmige, gelbbraune, etwa 40 bis 50 μ breite und 30 μ hohe Ascomata, die undeutlich kleinzellig sind, und nur eine 2 bis 3 μ dicke Rindenschichte aufweisen. Manchmal entstehen solche Ascomata direkte an den geschwärzten, offenbar mit Stromagewebe ausgefüllten Haaren selbst. In den Ascomaten finden sich ein bis drei kugelige, etwa 22 μ breite, mäßig dünnwandige Asci, ohne deutliche Paraphysen. Diese Asci sind meist ganz unreif. Ein halbreifer Ascus zeigte mir, daß die (8?) Sporen hyalin, länglich-keulig, oben breiter und abgerundet, unten kegelig verschmälert und dreizellig sind. Die untere Zelle ist doppelt so lang als jede der beiden oberen. Die Sporen sind etwa 12 = 5 μ groß. Da ich sie nur im Ascus und nicht ganz ausgereift sah, werden die Angaben über dieselben verbesserungsfähig sein. Hennings beschreibt die Sporen als kugelig und blaßbräunlich, er hat sie jedenfalls nicht gesehen.

Der Pilz kann nur als Discomycet, und zwar als Agyriee aufgefaßt werden (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 2444, 7, Agyrieen). In der Tat hat derselbe in *Agyrona punctoidea* (Rehm) v. H. eine ganz nahe verwandte Form, die aber dictyospore Sporen besitzt. Dieser Pilz wächst genau so, wie *Capnodiopsis mirabilis* auf den kurzen eingekrümmten Haaren der Blattunterseite einer *Mikania*. Er hat auch ein Stroma, welches aber nur die Endzelle der Haare ausfüllt und nicht aus derselben heraustritt. Da das Exemplar von *Capnodiopsis* nicht ausgereift ist, läßt sich die Frage, ob *Agyrona punctoidea* nicht vielleicht eine *Capnodiopsis* ist, nicht entscheiden. Jedenfalls stehen sich diese beiden Pilze sehr nahe und bilden eine natürliche Gruppe, die wahrscheinlich aus den Agyrieen auszuscheiden sein wird. Doch müssen vorher noch mehr hierher gehörige Formen kennen gelernt werden. *Agyrona punctoidea* ist ein Pilz, dessen Discomycetennatur ganz deutlich zu erkennen ist, viel leichter als bei *Capnodiopsis*, und hierdurch angesichts der nahen Verwandtschaft beider Pilze ein schöner Beweis für die Richtigkeit der von mir angenommenen

Auffassung. Auch *Molleriella Sirih* Zimm. (l. c.) ist nahe mit *Capnodiopsis* verwandt, das schwarze Hypothecium derselben könnte sogar als Stroma aufgefaßt werden. Sie wächst auch auf Blatthaaren.

Nach dem Gesagten ist *Capnodiopsis mirabilis* vorläufig als Agyriee einzureihen, die von *Agyrona* durch die Sporen, von *Molleriella* durch das Stroma verschieden ist.

652. Exogone Kaiseriana (P. Henn.).

Verhandl. d. bot. Vereins d. Prov. Brandenburg, 1908, 50. Bd., p. 129, c. Icon.

Der Pilz, den ich nicht gesehen habe, ist nach der Beschreibung und Abbildung ein unberandeter Discomycet, der von *Agyrium* offenbar nicht verschieden ist, vorausgesetzt, daß Hennings' Angaben richtig sind.

Der Autor vergleicht ihn mit *Zukalina dura* (Zukal) Rehm (Hysteriac. und Discomycet., p. 1109); allein dieser Pilz ist ein *Gymnoascus* (Bericht. deutsch. bot. Gesellsch. 1890, VIII. Bd., p. 295, Taf. XVII, Fig. 1 bis 4 und 9), der von Rehm nur durch ein Versehen zu *Zukalina* O. K. (= *Gymnodiscus* Zukal) gestellt wurde.

Schließlich stellt Hennings den Pilz neben die *Ruhlandiella* zu den Rhizinaceen; allein schon die zweireihigen Sporen zeigen, daß er mit dieser gar nichts zu tun hat. *Ruhlandiella* ist übrigens gleich *Sphaerosoma*.

Vergleicht man Hennings' Angaben und Bilder mit jenen von *Agyrium* bei Rehm, l. c., p. 456 bis 750, so erkennt man ohne weiteres, daß *Exogone* = *Agyrium* ist.

Zukalina neglecta (Z.) O. K., von Rehm zu den Pseudoascoboleen gestellt, wird wohl richtiger als ein *Agyrium* mit vielsporigen Asci aufgefaßt werden müssen.

Zu den Agyrieen würden nun die Gattungen *Agyrium*, *Zukalina*, *Henningsiella*, *Agyronella*, *Agyrona*, *Lecideopsella*, *Capnodiopsis* und *Agyriopsis* gehören. (Siehe Fragm. z. Myk., 1909, VI. Mitt., Nr. 244 (7); VIII. Mitt., Nr. 401.)

653. Bulgariopsis Möllerianus P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 21.

Das Gewebe des Pilzes ist nach dem Originalexemplar gelatinös-plectenchymatisch und locker; die Sporen sind hyalin

und etwa 5 bis 6 ≃ 1·5 bis 2 μ, länglich-stäbchenförmig. Der Pilz ist einfach eine kleinsporige *Ombrophila* Fr. im Sinne Rehm's. Irgendein sonstiger Unterschied ist nicht zu finden. Auch die Gattung *Stamnaria* ist von *Ombrophila* generisch nicht verschieden.

Die Gattung *Bulgariopsis* muß daher gestrichen werden.

Bulgariopsis scutellatus P. Henn. (l. c.) ist nach dem Originalexemplar von *Ombrophila Möllerіana* (P. Henn.) v. H. nicht verschieden.

654. Moellerodiscus Brockesiae P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 33.

Der Pilz wird als fast gelatinös und die Sporen als fast spindelförmig, 6 bis 8 ≃ 1 μ groß, beschrieben. Es soll eine mit *Cudoniella* verwandte Form sein.

Nach der Beschreibung wäre der Pilz von *Leotiella* Plöttner (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. [197]) nicht verschieden. *Leotiella* ist wieder von *Cudonia* nicht genügend verschieden, denn der Umstand, ob bei schmalen und langen Sporen zwischen den in einer Reihe stehenden Öltröpfchen zarte Querwände auftreten oder nicht, kann nicht als Gattungsdifferenz betrachtet werden. *Leotiella* Plöttner ist daher gleich *Cudonia* Fries. Auch Clements (Genera of Fungi 1909) hält die beiden Gattungen für identisch.

Moellerodiscus ist nach dem Originalexemplar keine Leotiee, sondern eine unreife *Ciboria*. Der Pilz ist nicht gelatinös, sondern wachsartig-lederig. Es ist ein faseriges Excipulum vorhanden, das eine deutliche Berandung der Ascomata bildet. Die Sporen stehen oben im Ascus schief einreihig, sind nicht nadelförmig, sondern länglich, etwa 6 ≃ 2 bis $2^1/_2$ μ. Doch sind die Asci noch ganz unreif.

Der Pilz hat vorläufig *Ciboria Brockesiae* (P. H.) v. H. zu heißen und die Gattung *Moellerodiscus* P. H. ist zu streichen.

655. Ruhlandiella berolinensis P. Henn.

Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. (22) mit Figur.

Ist nach Rouppert (Revision du genre Sphaerosoma, in Bullet. Akad. scienc. Cracovie, Cl. math.-nat., 1909, p. 85)

identisch mit *Sphaerosoma (Eusphaerosoma) fuscescens* Klotzsch, 1839. Da Rouppert die Originalexemplare der beiden Pilze vergleichen konnte, ist an der Richtigkeit seiner Angabe nicht zu zweifeln. Trotzdem hält W. A. Setchell (Mycologia, II, 1910, p. 203) *Ruhlandiella berolinensis* als Gattung und Art aufrecht und beschreibt noch als zweite Art die *R. hesperia*. Setchell zerteilt die Gattung *Sphaerosoma* nach der Struktur der Sporenmembran in die drei Gattungen *Sphaerosoma*, *Sphaerozone* Zobel und *Ruhlandiella*, von welchen jedoch die erste und dritte zusammenfallen. (Siehe Hedwigia, 1910, 50. Bd., p. [107]).

656. Gyrocratera Plöttneriana P. Henn.

Verhandl. botan. Verein Brandenburg, 1900, 41. Bd., p. IX.

Ist nach E. Fischer (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. [48]) mit *Hydnotrya* äußerst nahe verwandt und vielleicht damit zu vereinigen.

657. Uleomyces parasiticus P. Henn.

Hedwigia, 1895, 34. Bd., p. 107.

Ist nach meinen Untersuchungen (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 244 in Sitzungsber. kais. Akad. Wien, math.-nat. Kl., 118. Bd., I. Abt., p. 351) eine gute echte Myriangiaceengattung.

658. Kusanoa japonica P. Henn. et Shir.

A. Engler's Botan. Jahrb. f. Systematik usw., 1901, 28. Bd., p. 275.

Ist nach meiner Untersuchung (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 244 in Sitzungsber. kais. Akad. Wien, math.-nat. Klasse, 118. Bd., Abt. I, p. 353) eine gute Myriangiaceengattung, die ich genauer charakterisiert habe.

659. Zukaliopsis amazonica P. Henn.

Der in Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 367, Taf. V, Fig. 3, beschriebene und abgebildete Pilz wird vom Autor mit *Zukalia*

verglichen und von dieser Gattung durch die mauerförmig geteilten Sporen geschieden. Nach der Beschreibung könnte man glauben, daß er mit *Limacinula* identisch ist.

Ist nach dem Originalexemplar eine merkwürdige Form, die von Hennings falsch beschrieben und völlig verkannt wurde.

Auf den *Paullinia*-Blättern finden sich oberseits weniger zahlreich, unten in großer Menge goldbraune, eiförmige, mehrzellige, etwa 40 μ lange Drüsenhaare, welche von dem Pilze befallen und in seinem Basalteile ganz eingeschlossen werden. Dementsprechend sind die Blätter oben lockerer, unten dicht mit dem Pilze besetzt. Dieser erscheint in Form von tiefblauschwarzen, kleinen, punktförmigen Höckern, welche von einem sehr zarten, blaugrauen, allmählich verlaufenden schmalen Hofe umgeben sind. Der Pilz wächst ganz oberflächlich. Er besteht aus schwarzen, höckrig-rauhen, unten flachen, oben convexen, sclerotiumähnlichen Fruchtkörpern von knorpelig-harter Beschaffenheit, die leicht abfallen und dann einen hellen Fleck, der vom Hofe umgeben ist, zurücklassen. Der Hof besteht aus locker verlaufenden, schwärzlichen oder blaugrauen, 1·5 bis 2 μ breiten, wenig und unregelmäßig verzweigten Hyphen, welche der Epidermis fest angewachsen sind. Der Fruchtkörper ist knorpelig-kohlig und zerfällt beim Druck in eine krümelige Masse, die die Struktur des Pilzes nicht erkennen läßt. Ebenso zeigen Schnitte keinerlei deutliche Struktur. Wahrscheinlich ist der Pilz kleinzellig-parenchymatisch aufgebaut. Außen ist er ganz kohlig, innen blässer. Eine Perithecienmembran fehlt völlig. Der Fruchtkörper ist ein Stroma, in dem etwa 20 bis 30 μ unter der Oberfläche die Asci in einer Schichte eingelagert sind. Diese stehen teils einzeln, teils in Gruppen sich berührend. Paraphysen sind nicht zu sehen. Die Asci scheinen zumeist einzeln in Loculi zu stehen. Sie sind dickwandig, elliptisch, unten mit ganz kurzem Stielfortsatz, 26 ≃ 18 μ groß, achtsporig. Die Sporen liegen parallel, sind hyalin, länglich-keulig, an den Enden abgerundet, an den 4 bis 5 Querwandenden wenig eingeschnürt, mit einer unterbrochenen Längswand versehen und 12 bis 15 ≃ 4 bis 5 μ groß. Kocht man die Stromata mit Kalilauge, so wird das krümelige Stromagewebe olivengrün, während der Inhalt der Asci eine spanngrüne Färbung annimmt.

welche jedenfalls vom herausdiffundierten Stromafarbstoffe herrührt.

Man sieht, daß der Pilz ganz anders gebaut ist, als man nach der Originaldiagnose annehmen müßte.

Da die Asci in einer Schichte liegen, so könnte man ihn für einen Discomyceten und für mit *Mollericlla* verwandt halten (siehe Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 254 [7. Agyrieen]). Allein in einer Schichte liegende Asci zeigen auch Myriangiaceen. Es ist sicher, daß *Zukaliopsis* mit *Myriangium* zunächst verwandt ist und wird derselbe am besten als neue eigentümliche Myriangiaceengattung betrachtet.

660. Myriangiopsis sulphurea (Wint.) P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. (55).

Myriangiopsis P. Henn. fällt mit *Ascomycetella* Saccardo 1889 non Peck (non Ellis et Martin) zusammen. (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 244 in Sitzungsber. kais. Akad. Wien, math.-nat. Kl., 118. Bd., Abt. I. p. [357].)

661. Myriangina mirabilis (P. Henn.).

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. (55).

Von Hennings als Subgenus von *Myriangium* aufgestellt; hat jedoch mit den Myriangiaceen nichts zu tun und stellt eine Gattung der Elsinoëen dar. (Fragmente zur Mykologie, 1909, VI. Mitt., Nr. 244 in Sitzber. kais. Akad. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 118, Abt. I, p. 372.) In die Familie der Elsinoëen gehört auch die Gattung *Elsinöe* Rac.

Dictyomollisia albido-granulata Rehm (Ann. mycol., 1909, VII, p. 540) ist nach Theyssen (Beihefte z. botan. Zentralbl., 1910, 27. Bd., Abt. II, p. 406) und Rehm gleich *Myriangina mirabilis* P. H.

662. Aschersoniopsis globosa P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 7.

Diese Gattung (= *Pycnostroma* Clements, Genera of Fungi, 1909, p. 130) ist nach der Beschreibung und dem Original-

exemplar vollkommen identisch mit *Munkia* Spegazzini 1886 (Sacc. Syll. Fung., X, p. 408).

Clements unterscheidet diese zwei Gattungen durch die Konsistenz und Farbe der Stromata. Allein das Exemplar von *Aschersoniopsis globosa* ist nicht schwarz, wie Hennings angibt, sondern graubräunlich, und Spegazzini beschreibt die Stromata der *Munkia Martyris* als hart, ledrig, außen schmutzig-grau, innen faserig-kompakt.

Daher ist in der Härte und Farbe beider Gattungen kein greifbarer Unterschied vorhanden.

Sowohl Spegazzini als auch Hennings vermuten, daß die Gattung zu einer *Hypocrella* als Nebenfruchtform gehört. Dies ist aber vollkommen ausgeschlossen. Ich zweifle nicht daran, daß *Munkia* die Nebenfruchtform von *Mycomalus bambusinus* Möller ist (Phycomyceten und Ascomyceten, Jena 1901, p. 160 und 300, Taf. III, Fig. 47 und 50, Taf. IV, Fig. 60), dessen Farbe und Konsistenz mit *Munkia* übereinstimmt und, was die Hauptsache ist, deren Sporen einfach-traubig angeordnete, kleine, kugelige Conidien bilden. Dieses Conidienstadium erinnert ganz an die Bildung der Conidien in den Pycniden von *Munkia*.

Munkia ist eine stromatische Nectrioidee-Patellinee.

Die Pycniden stellen verkehrt kegelförmige, unten abgerundete, oben breitere Vertiefungen der Stromaoberfläche dar und sind, soweit ich sehen konnte, von Anfang an offen, also nicht so, wie sie Spegazzini beschreibt.

Ein von A. Puttemanns 1903 (Sao Paulo Serra da Cantareira, Cachoerinha) gesammeltes Exemplar stimmt gut zu *Munkia Martyris* Speg.

Die Pycniden sind nur etwa 200 μ breit; der Pilz ist etwas flachgedrückt und außen grau; außen zeigt das Stroma eine 50 μ dicke, aus 1·5 bis 2 μ breiten, dicht kleinzellig-plectenchymatisch verflochtenen Hyphen bestehende schwärzliche Schichte, während das Gewebe unter den Pycniden aus dickwandigen, 5 bis 6 μ dicken Hyphen besteht.

Bei *Munkia globosa* (P. H.) v. H. zeigt sich außen eine 80 μ dicke, braune, kleinzellig-dicht-plectenchymatische Schichte; die Pycniden wechseln in der Größe von 200 bis 400 μ; der

Pilz ist mehr kugelig und außen graubraun und das Gewebe unter den Pycniden besteht aus nur 3 bis 3·5 μ breiten Hyphen.

Eine zweite, von A. Puttemans 1903 am gleichen Standorte gesammelte *Munkia* hat bis 1400 μ breite Pycniden und ein Innengewebe des Stromas, das aus dünnwandigen, 2 bis 3 μ breiten Hyphen besteht. Scheint eine eigene Art zu sein.

Demnach wird es auch mehrere Arten *Mycomalus* geben.

663. Asterothyrium microthyrioides P. Henn.

A. Engler's Bot. Jahrb. für Systematik usw., 1905, 34. Bd., p. 54.

Der Pilz soll mit *Cystothyrium* und *Discosia* verwandt sein. Diese haben aber eingewachsene, stromatische Fruchtkörper, während nach dem Originalexemplar *Asterothyrium* oberflächliche, mit einem Subiculum versehene, inverse Pycniden besitzt, also mit den genannten zwei Gattungen gar nichts zu tun hat.

Der Pilz sitzt auf der Blattunterseite und hat ein sehr zartes, fest anhaftendes, schwärzliches, ausgebreitetes Subiculum, das aus 2 bis 3 μ breiten, braunen, unregelmäßig verzweigten Hyphen ohne Hyphopodien besteht. Die dickeren, bis 3·5 μ breiten Hyphen verlaufen ziemlich gerade und bilden Netzmaschen, die von den dünneren locker ausgefüllt werden. Auf diesem zarten Subiculum sitzen die 160 bis 220 μ breiten, halbiert schildförmigen, inversen Pycniden locker herdenweise. Doch verwachsen manchmal 2 bis 4 Pycniden miteinander. Über dieselben laufen gegen den Rand die dickeren Hyphen des Subiculums zum Beweise, daß sie invers sind. Die runde, schildförmige Pycnidenmembran ist durchscheinend graubraun, streng radiär aus 2 bis 3 μ breiten, in einer Lage stehenden Hyphen aufgebaut, die am Rande unregelmäßig gekrümmte Wimpern bilden. Das Scheinostiolum ist 15 bis 20 μ breit, rundlich und radiär zerrissen. Um das Ostiolum herum sowie gegen den Rand der Pycniden findet sich je eine 15 bis 20 μ breite dunklere Ringzone. Bei tieferer Einstellung sieht man im Ostiolum sehr zarte, hyaline, radiär stehende, periphysenähnliche Hyphen. Bei der Reife zerreißt die Pycnidenmembran erst radiär und dann tangential in kleine Stücke. Unten sind die

Pycniden von einer hyalinen, strukturlosen, sehr zarten Membran, welche der Epidermis aufliegt, begrenzt, welche offenbar nur die Grenzschichte des hyalinen Schleimes ist, welcher die Pycniden ausfüllt. Die zahlreichen Sporen liegen radiär, horizontal oder schief in den etwa 40 μ dicken Pycniden. Sie sitzen ohne Stiel auf der schildförmigen Perithecienmembran, namentlich nach dem Rande zu. Die Sporen sind hyalin, zylindrisch mit spitzlichen Enden, vierzellig, meist gerade und 20 bis 24 ≈ 3 μ groß.

Der Pilz ist sicher die Nebenfruchtform einer Asterinee. Da bereits eine ältere gültige Flechtengattung *Asterothyrium* Müll. Arg. existiert, muß der Hennings'sche Gattungsname geändert werden. Ich nenne die Gattung *Septothyrella*. Die richtiggestellte Charakteristik wäre folgende:

Septothyrella nov. nom.

Syn.: *Asterothyrium* P. Henn. non Müll. Arg.

Pycniden (Pycnothyrien) halbiert schildförmig, invers, häutig, radiär gebaut, mit Scheinostiolum, schließlich unregelmäßig zerfallend, in einem zarten Subiculum eingewachsen, oberflächlich. Conidien an der Unterseite der Schildmembran sitzend, hyalin, länglich-zylindrisch, mit zwei bis mehreren Querwänden.

Die inversen, halbiert schildförmigen Fruchtkörper der Asterineen sind keine Pycniden und Perithecien, sondern Formen eigener Art. Ich nenne die conidienführenden Pycnothyrien und die schlauchführenden Thyriothecien.

664. **Phragmopeltis Siparunae** P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 392, c. Icon.

Der Pilz soll das Conidiumstadium einer Microthyriacee sein und vierzellige, schwarze Sporen haben. Er wird bald als Stroma, bald als Perithecium beschrieben, soll ganz radiär gebaut sein und in der Mitte ein Ostiolum zeigen.

Alle diese Angaben sind falsch. Das zum Teile gut entwickelte Originalexemplar aus dem Berliner Herbar (mein

Exemplar aus E. Ule, Appendix Mycoth. brasil., Nr. 35, ist schlecht entwickelt, überreif und gab keine sicheren Resultate) zeigte mir, daß der Pilz oberflächliche flache Stromata mit zahlreichen Loculi und hyalinen, einzelligen Sporen besitzt. Es ist wahrscheinlich der Conidienpilz einer *Polystomella*, die zu den Dothideaceen und nicht zu den Microthyriaceen gehört.

Der Pilz besitzt ein manchmal die ganze Blattdicke durchsetzendes, manchmal nur die Epidermis und einige Lagen der Mesophyllzellen infizierendes, eingewachsenes, braunes Stroma, das aus dünnwandigen Parenchymzellen besteht, welche die Zellen ausfüllen. Dieses Stroma durchsetzt die obere oder untere Blattepidermis, ohne sie abzuheben, und bildet schwarze, matte, 70 bis 120 μ dicke, 1·5 bis 1·9 *mm* breite, rundliche, am Rande nur 12 bis 16 μ dicke, oben zahlreiche kleine Höcker aufweisende Stromata, mit zahlreichen, oft über 100 conidienführenden Loculi. Diese Stromata sitzen der Epidermis ziemlich fest auf, sind im loculiführenden Teile opak, kohlig, am sterilen Rande durchscheinend und daselbst aus 2 bis 3 μ breiten, dunkelviolettbraunen, radialstehenden, dicht verwachsenen Hyphen zusammengesetzt.

Die Enden dieser Hyphen sind oft etwas gelappt, bilden jedoch keine Randwimpern. Die Loculi zeigen oben eine opake, 12 bis 20 μ dicke Decke, die von den unregelmäßig rundlichen oder kurz spaltenförmigen Ostiolen durchbrochen wird. Sie sind 60 bis 90 μ hoch und 50 bis 150 μ breit, durch meist sehr dicke, opake Wände voneinander getrennt. Von oben gesehen zeigen sie eine sehr verschiedene Form, rundlich, länglich, gelappt und verzweigt, oft zu wenigen miteinander verbunden. Sie sind innen allseitig mit ganz kurzen, einfachen Sporenträgern ausgekleidet. Die zahlreichen Conidien sind hyalin, einzellig, länglich-zylindrisch, an den Enden abgerundet, mit homogenem Plasmainhalt, in der Mitte manchmal etwas verschmälert, 11 bis 13 $\approx$ 3 bis 4 μ. In den Loculi fand ich sie, obwohl gut ausgereift, doch stets nur hyalin. In ganz alten Stromaten findet man auch blaß grauviolette oder tintenblaue. Diese Färbung ist jedoch nur eine Alterserscheinung und beruht wahrscheinlich auf der Absorption des Stromafarbstoffes durch das Plasma der Sporen.

Auf der Epidermis findet man auch zwei- bis vierzellige braune Sporen in ziemlicher Menge zerstreut. Es sind dies die von Hennings beschriebenen Sporen. Sie sind in den Stromaten nicht zu finden und gehören also nicht dazu.

Nach diesen Angaben muß die Formgattung *Phragmopeltis* P. H. wie folgt charakterisiert werden:

Phragmopeltis P. Henn. char. emend. v. H.

Conidienstromata oberflächlich, sich aus einem in den Geweben der Matrix eingewachsenen Hypostroma entwickelnd, flach, mit zahlreichen Loculi und Ostiolen, opak-kohlig, am Rande durchscheinend, radiär gebaut. Conidien einzellig, hyalin, länglich. Vielleicht zu *Polystomella* gehörig.

Da die Conidien einzellig sind und der Pilz mit den Microthyriaceen nichts zu tun hat, ist der Name *Phragmopeltis* ganz irreführend.

665. Ascochytopsis Vignae P. Henn.

A. Engler's Bot. Jahrbuch für Systematik usw., 1907, 38. Bd., p. 117.

Der Pilz tritt nach dem Originalexemplar auf der Blattoberseite dicht herdenweise, ohne Fleckenbildung in Form von zahlreichen schwarzen Punkten auf.

Es sind bis 200 μ breite, polsterförmige, unregelmäßig rundliche, rauhe, schwarze, der Epidermis aufsitzende Stromata, welche sich aus einem braunen, spärlichen Gewebe entwickeln, das sich in der Epidermis befindet und, ohne dieselbe emporzuheben, durch die Außenwand derselben hervorbricht. Die jungen Stromata sind knorpelig und plectenchymatisch aufgebaut, später werden die mit wenig verschmälerter Basis oder breit aufsitzenden Stromata parenchymatisch braunzellig. Innen sind dieselben blaß, außen dunkelbraun. In jedem Stroma entsteht meist nur ein conidienführender Hohlraum, der an der Basis auf kurzen Trägern die hyalinen, sichelförmig gekrümmten, öfter etwas keuligen, einzelligen Sporen bildet. Schließlich brechen die Stromata oben unregelmäßig auf und öffnen sich weit

schalenförmig. Der Pilz ist ganz so gebaut wie die beiden *Oncospora*-Arten, welche ich vergleichen konnte, nur sind diese größer und entwickeln sich aus einem einige Zellschichten unter der Epidermis befindlichen Stroma.

Ascochytopsis könnte als Excipulee betrachtet werden, wird aber besser als stromatische Nebenfruchtform anzusehen sein, ist am nächsten mit *Oncospora* verwandt, so daß sie wohl am besten damit vereinigt wird, da der Unterschied nur ein gradueller ist und nur mit der geringeren Größe der Stromata zusammenhängt.

Auch *Melophia ophiospora* (Lév.) Sacc. ist eine *Oncospora* mit kleinen Stromaten.

666. Seynesiopsis rionegrensis P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 392, c. Icon.

Der Pilz ist völlig falsch beschrieben und ganz verkannt.

Unter der Palisadenschichte des Blattes befinden sich, nach dem Originalexemplar in E. Ule, Mycoth. brasil., Nr. 94, rundliche oder unregelmäßige, oft flache, 100 bis 250 μ breite Hohlräume ohne eigene Wandung, die mit kurzen Sporenträgern ringsum ausgekleidet sind, welche an der Spitze je eine ei-birnförmige, zweizellige, etwa 12 bis 15 = 6 bis 7 μ große Conidie bilden. Zwischen den Sporenträgern finden sich spärlich längere fadenförmige Paraphysen.

Das Blattgewebe ist an den infizierten Stellen abgestorben, bildet daher auf beiden Blattseiten rundliche, braune Flecken. Die Acervuli brechen meist oben durch und bedecken dann die zahlreichen Sporen die Epidermis mit einer dünnen, schwärzlichen Kruste. Die Sporen sind durchscheinend grauviolett. Die obere Zelle ist elliptisch und meist dunkler als die untere, die kurz, kegelig und nur etwa halb so lang als die obere ist. An der Basis der oberen Zelle befindet sich oft ein heller Gürtel.

Der Pilz kann als ein parasitisches *Didymosporium* Nees (Sacc. emend., Michelia, 1880, II. Bd., p. 11) betrachtet werden. Die Gattung *Seynesiopsis* ist daher ein Synonym.

667. Haplariopsis Cordiae P. Henn.

Hedwigia, 1909, 48. Bd., p. 114 (publiziert am 5. September 1908).

Da eine Gattung *Haplariopsis* Oudem. 1903 bereits existiert, wurde der Gattungsname von Sydow in *Haplariella* umgeändert (Ann. mycol., 1908, VI. Bd., p. 497).

Der Pilz ist ganz falsch beschrieben und mit *Haplaria* nicht formverwandt. Er bildet auf der Blattunterseite zerstreute, weiße, rundliche, wollige, bis 1 *mm* breite Polster. Querschnitte lehren, daß sich derselbe aus einem hyalinen, die ganze Blattdicke durchsetzenden Hyphengewebe entwickelt, das blattunterseits unter der Epidermis ein weißliches, kleines, stromatisches Gewebe bildet, das durch die Epidermis hervorbricht und ein oberflächliches, fast kugeliges, bis 80 bis 140 μ breites, kleinzellig-parenchymatisches Stroma bildet, auf dem die conidienbildenden Hyphen nach allen Richtungen ausstrahlend sitzen. Die Fruchthyphen sind hyalin, septiert, etwa 3 μ breit, unten abwechselnd, oben gegenständig und quirlig verzweigt. Die Quirle sind meist nur dreigliedrig. Die sporenbildenden Äste sind pfriemlich, 1- bis 2zellig, spitz, steif, 30 bis 40 μ lang und bilden an der Spitze nacheinander etwa 8 bis 10 hyaline, längliche, einzellige, gerade oder schwach gekrümmte, 6 bis 9 = 2 μ große Conidien, die durch Schleim zu einem 10 bis 16 μ großen, rundlichen Köpfchen verbunden sind.

Man ersieht, daß die Fruchthyphen des Pilzes ganz der Gattung *Acrostalagmus* entsprechen. Von dieser Gattung weicht er nur durch seine parasitische Lebensweise und das hervorbrechende stromatische Gewebe ab, auf welchem die Fruchthyphen sitzen.

Strenge genommen wäre der Pilz eine Tuberculariee. Es ist jedoch fraglich, ob es zweckmäßig ist, ihn als solche und nicht besser einfach als *Acrostalagmus* zu betrachten.

668. Pseudobeltrania Cedrelae P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 310.

Auf den Blättern befinden sich dunkelbraune bis fast 1 *cm* breite rundliche Flecke, welche von einem überreifen, oberseits auftretenden Pyrenomyceten herrühren. Unterseits finden sich

auf den Flecken saprophytisch kleine, polsterförmige, olivengraugrüne, dicht herdenweise stehende Rasen, welche von der *Pseudobeltrania* herrühren. Diese entwickeln sich aus einem zarten, hyalinen Hyphengewebe im Blattinnern. Die der Epidermis aufsitzenden, 44 bis 60 μ hohen Conidienträger stehen in dichten, polsterförmigen Rasen und sind so wie die Sporen zartwandig und blaß graubräunlich. Sie sind 2- bis 3zellig, einfach oder unten oder in der Mitte einmal oder zweimal gegabelt oder quirlig dreiteilig. Die 2 bis 6 Äste stehen fast parallel und endigen in gleicher Höhe. Die Conidienträger sind an der Basis bis 8 μ Breite blasig verdickt, in der Mitte 3 bis 4 μ dick, während die obere sporentragende Zelle etwa 7 bis 8 μ breit und abgestutzt spindelig-keulig ist. Sie zeigt oben am querabgeschnittenen Ende einige kleine, warzenförmige Sterigmen, an welchen die spindelig-rhombischen, zweizelligen, beidendig spitzen, zartwandigen, 20 bis 24 = 11 bis 12 μ großen Sporen in Gruppen sitzen.

Wie der Vergleich mit der Abbildung von *Beltrania rhombica* Penz. (Saccardo, Funghi ital., Taf. 1204) zeigt, ist der Pilz damit jedenfalls nahe verwandt. *Beltrania* hat geschnäbelte Sporen und sterile Mycelborsten. Wenn letztere wirklich dazu gehören, müssen beide Gattungen getrennt erhalten bleiben.

Auch der Gattung *Cordana* Preuss steht *Pseudobeltrania* nahe. Indessen hat *Cordana* stets isolierte, einfache, steife Conidienträger und anders gebaute Sporenköpfe.

Die Gattung *Pseudobeltrania* kann daher erhalten bleiben.

669. Didymobotryopsis parasitica P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 149.

Der Pilz kann wohl als brauchbare Formgattung gelten, ist aber nicht gut beschrieben. Derselbe wächst ganz oberflächlich und ist leicht ablösbar. Er besitzt ein rundliches, mehr minder dick schildförmiges, unten flaches, oben konvexes, aus sehr dünnen, hyalinen, plectenchymatisch verflochtenen Hyphen bestehendes, gegen den Rand ganz dünn werdendes, 600 bis 800 μ breites Basalstroma, das unten dicht, oben locker ist und

aus dem sich etwa ein Dutzend zylindrischer, bis etwa 270 = 40 bis 80 μ großer Synnemata erheben, welche aus sehr dünnen, parallel verwachsenen Hyphen bestehen, oben spitzlich oder stumpflich und außen von den abstehenden, dünnen Sporenträgern locker samtig sind. Die zylindrisch-länglichen, hyalinen, etwa 14 = 3 μ großen Conidien scheinen an der Spitze der Sporenträger einzeln zu entstehen, bleiben lange einzellig und werden schließlich zweizellig.

Wären die Sporen einzellig, so könnte man den Pilz zu *Isaria* rechnen.

Derselbe ist gewiß die Conidienform einer Hypocreacee vielleicht einer Schildläuse aufzehrenden *Torrubiella*.

670. Pritzeliella coerulea P. Henn.

Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. (88).

Der Pilz wächst nicht auf einer Schmetterlingspuppe, sondern auf einem länglichen Kotballen. Die Sporenträger sind oben nicht einfach, sondern *Penicillium*-artig verzweigt. Der Pilz ist daher ein aus *Penicillium* entstandenes echtes *Coremium* und muß daher *Coremium coeruleum* (P. Henn.) v. H. genannt werden. Die elliptischen glatten Sporen sind 4 = 2·6 μ groß.

Die Gattung *Pritzeliella* muß gestrichen werden.

671. Didymostilbe Coffeae P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 148.

Synonym: *Didymostilbe* Bres. et Sacc. 1903.

Ist eine gute Formgattung, zu den Hyalostilbeen gehörig.

672. Stilbothamnium togoënse P. Henn.

Engler's Jahrb. für Systematik etc., 1897, 23. Bd., p. 542, Taf. XIV, Fig. 6*a*—*c*.

Diesen Typus der Gattung habe ich nicht gesehen. Weder aus der Beschreibung noch aus der Figur ist zu ersehen, ob die Conidienköpfchen *Aspergillus*- oder *Sterigmatocystis*-artig gebaut sind. Auch sollen die Basidien einsporig sein. Die

Köpfchenträger scheinen nach der Figur aus einer einfachen Hyphe zu bestehen. Doch hält der Autor den Pilz mit *Sporocybe* verwandt, was dagegen sprechen würde.

Es bleibt daher durchaus ungewiß, ob die von mir gesehene vierte Art der Gattung: *Stilbothamnium amazonense* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 396 mit Figur), wirklich dazugehört. Diese ist ein einfach traubiges Coremium, das aus *Sterigmatocystis*-Sporenträgern zusammengesetzt ist.

Formgenerisch verschieden ist hiervon sicher *Stilbothamnium Penicilliopsis* P. H. et Nym. (Monsunia, 1899, I, p. 37). Diese Art ist ein pinselförmiges Coremium, welches nach Raciborski (Parasitische Algen und Pilze Javas, Batavia 1900, II. Teil, p. 7) aus *Sterigmatocystis*-Trägern besteht. Letzterer hat diese Sporenträger auch isoliert gefunden und später (Bullet. Acad. scienc. Cracovie, 1909, p. 372) auch die dazugehörige Ascusfrucht entdeckt, welche der Gattung *Aspergillus* entspricht, weshalb er den vollständigen Pilz *Aspergillus Penicilliopsis* (H. et N.) Rac. nennt.

Eine dritte Formgattung muß nach der Beschreibung und Abbildung die Conidienform von *Penicilliopsis Dybowskii* Pat. (Bull. soc. myc. France, 1892, VIII. Bd., p. 54, Taf. VII, Fig. 5) sein. Diese ist ganz so aufgebaut wie *Stilbothamnium amazonense* P. H., aber die freien *Sterigmatocystis*-Conidienträger sind von einer dünnen Hyphenscheide umgeben. Da Patouillard die dazugehörige Ascusform nicht gesehen hat, ist es ganz ungewiß, ob sein Pilz zu *Penicilliopsis* gehört.

Eine vierte Formgattung stellt nach der Beschreibung und Abbildung von Möller (Phycomyc. und Ascomyceten, Jena, 1901, p. 63 und 293, Taf. II, Fig. 40, und Taf. IX, Fig. 1) die Conidienform von *Penicilliopsis brasiliensis* Möller dar. Hier ist das Coremium selbst einfach traubig verzweigt und sind die pfriemlichen Seitenzweige desselben mit Sporenträgern besetzt, die eine Mittelform zwischen *Citromyces* und *Penicillium* besitzen.

Davon verschieden sind wieder die Coremien von *Penicilliopsis clavariaeformis* Solms-Laubach (Ann. jard. bot. Buitenzorg, 1887, VI, p. 53, Taf. VI und VII), welche so wie die von *P. brasiliensis* (auch was die Sporenträger anlangt)

gebaut, aber einfach keulig und unverzweigt sind. Zu dieser Coremium-Form gehört auch die von *Penicilliopsis palmicola* P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 352, mit Figur).

Stilbothamnium javanicum P. H. (Monsunia, 1899, I, p. 37) scheint nach der Beschreibung so gebaut zu sein wie *St. amazonense* P. H.

Die Conidienform von *Penicilliopsis juruensis* P. Henn. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 59) ist nach der Beschreibung ebenso gebaut wie die von *P. clavariaeformis.*

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die besprochenen Coremien zu fünf verschiedenen Formgattungen gehören. Sollte *Stilbothamnium togoënse* von *St. amazonense* formgenerisch verschieden sein, was mir aber sehr unwahrscheinlich ist, so würden sich sechs verschiedene Formgattungen ergeben. Zwei davon gehören sicher zu *Penicilliopsis*-Arten, die anderen werden *Aspergillus*-Nebenfruchtformen sein.

673. **Negeriella chilensis** P. Henn.

Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 245.

Der Pilz ist nach dem Originalexemplar eine Phaeostilbee mit mauerförmig geteilten, am Synnema gleichmäßig zerstreuten Sporen und dadurch von *Sclerographium* verschieden. (Siehe Fragmente zur Mykologie, 1910, XI. Mitt., Nr. 569.)

Er wächst nicht oberflächlich, sondern entspringt einem lockeren, aus 5 bis 6 μ breiten, violettbraunen, mäßig dünnwandigen Hyphen bestehenden, 20 bis 30 μ dicken Stroma, das sich unter dem Korkgewebe wenig ausgebreitet entwickelt. Aus diesem Stroma erheben sich abgestumpft kegelförmige, aus senkrechten, parallelen Reihen von dünnwandigen, polyëdrischen, violettbraunen, offenen, 6 bis 12 μ breiten Parenchymzellen bestehende Gewebekörper, welche allmählich in das Gewebe der hervorbrechenden Synnemata übergehen. Diese stehen zerstreut, einzeln oder zu wenigen gebüschelt, sind schwarz, steif, schwach glänzend, bis etwa 3 *mm* lang, unten etwas verdickt und bis 200 μ breit, nach oben sich pfriemlich allmählich bis auf etwa 30 μ Dicke verschmälernd. Sie bestehen aus zahlreichen, parallel verwachsenen, glatten, violettbraunen,

septierten, 5 bis 6 μ dicken Hyphen, welche an der Oberfläche der Synnemata in verschiedener Höhe endigen. Die freien Enden sind allmählich keulig bis 12 μ verdickt, oben abgerundet und mehr minder scharf hinausgebogen. Sie tragen (selten) an der Spitze eine olivenbraune, breit spindelförmige, gerade oder meist gebogene, oft fast S-förmig gekrümmte Spore, die mit der schwarzen, abgestutzten, 7 μ breiten Basis dem abgerundeten Ende der Sporenträger aufsitzt, in der Mitte bauchig ist, oben 20 bis 25 μ lang und fädig vorgezogen ist. Die äußerste Spitze zeigt meist eine hyaline Kappe. Die Sporen sind meist 100 bis 116 μ lang und 26 bis 32 μ breit und zeigen etwa 12 Querwände und 1 bis 2 meist schiefe Längswände. Sporenmembran dick. Inhalt mit Öltröpfchen.

Der Pilz ist daher vom Autor unrichtig beschrieben. Die Formgattung *Negeriella* muß erhalten, aber nach den gemachten Angaben anders charakterisiert werden.

Negeriella P. Henn. emend. v. Höhnel.

Synnemata hervorbrechend, dunkelgefärbt, faden- oder pfriemenförmig, der Länge nach mit den einfachen, stumpfen Sporenträgern besetzt. Sporen einzeln stehend, gefärbt, mauerförmig geteilt.

Ist *Podosporium* mit mauerförmig geteilten Sporen und hervorbrechenden Synnematen.

Sclerographium Berk. steht der Gattung *Negeriella* sehr nahe, hat aber die Sporen nicht gleichmäßig über das Synnema zerstreut, sondern in einem länglichen Köpfchen stehend, nach dem Originalexemplar (Kew).

674. Bactridiopsis Ulei P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 397.

Der Pilz ist vom Autor ganz gut beschrieben. Er ist in der Tat eine *Bactridium* ganz ähnlich gebaute Form, aber mit stets einzelligen Sporen.

Vergleicht man ihn mit der Beschreibung von *Sphaerosporium lignatile* Schweinitz (Syn. Fung. Americ. bor., Serie IV, 1834, Nr. 3036; Sacc., Syll., IV, p. 664), so erkennt man, daß er

offenbar in diese Gattung gehört, ja sogar vielleicht mit der Schweinitz'schen Art identisch ist.

Es ist aber auch sehr wahrscheinlich, daß *Bactridiopsis* von *Coccospora* Wallroth (Flora crypt. Germ., II, 1833, Nr. 1544; Sacc. Syll., IV, p. 9) nicht verschieden ist. Da das Wallroth'sche Originalexemplar kaum mehr existiert, läßt sich diese Frage nicht entscheiden.

P. A. Saccardo hat aber 1877 (Michelia, I, p. 14) unter dem Namen *Protomyces xylogenus* einen Pilz beschrieben und in Fungi italici, Taf. 104, unvollkommen abgebildet, den er für identisch mit *Coccospora aurantiaca* hält. Vergleicht man nun die beiden Beschreibungen Saccardo's in Michelia, I, p. 14, und Syll. Fung., IV, p. 9, mit *Bactridiopsis Ulei*, so erkennt man, daß es sich wahrscheinlich um denselben Pilz oder doch dieselbe Gattung handelt.

Ich glaube daher, daß *Coccospora* Wallr. im Sinne Saccardo's 1833, *Sphaerosporium* Schw. 1834 und *Bactridiopsis* P. Henn. 1904 dieselbe Gattung darstellen.

Schröter (Pilze Schlesiens, 1889, I, p. 260) hält *Protomyces xylogenus* für eine *Endogone*. Nach seiner Beschreibung hat er aber sicher eine andere Form vor sich gehabt. Sie weicht wesentlich von jener Saccardo's ab.

Thaxter (Botanical Gazette, 1897, XXIV. Bd., p. 12) fand auf *Sphagnum*, morschem Holz usw. einen Pilz, der nach seiner Angabe genau zu *Endogone xylogena* Schröter stimmt, der aber aus Zygosporen eines unbekannten Zygomyceten bestehen soll. Jedenfalls haben Schröter und Thaxter Formen vor sich gehabt, die von der Saccardo's ganz verschieden sind.

Nach diesen Feststellungen aus der Literatur konnte ich durch die Güte des Herrn Professors P. A. Saccardo mehrere hierhergehörige Formen untersuchen, wodurch meine Annahmen vollkommen bestätigt wurden.

Protomyces xylogenus Sacc. ist nach dem Originalexemplar ganz so wie *Bactridiopsis* gebaut, hat aber eikugelige, 48 bis 74 μ breite Sporen mit 6 bis 7 μ dicker Wandung.

Coccospora aurantiaca Wallroth leg. Bizzozero, Herbst 1884 bei Battaglia in Venezien, ist ebenfalls ganz so gebaut, mit 35 bis 60 μ großen, eikugeligen Sporen mit 6 bis 7 μ dicker Wandung.

Coccospora aurantiaca Wallroth (determ. J. Bresadola), leg. C. E. Fairmann in Londonville, New-York, August 1904, stimmt damit völlig überein: Sporen eikugelig, 34 bis 56 μ, Wandung 6 bis 7 μ dick.

An einem vierten, von C. Spegazzini 1878 wahrscheinlich in Oberitalien gefundenen Exemplar konnte ich den Pilz nicht finden, nach der beigegebenen Handzeichnung ist aber derselbe ganz so wie die obigen Pilze gebaut, nur sollen die Sporen 35 ≈ 28 bis 35 μ groß sein.

Offenbar gehören diese untersuchten Formen alle einer und derselben Art an, mit sehr variabler Sporengröße.

Diese Art kann unbedenklich als *Coccospora aurantiaca* Wallr. bezeichnet werden.

Nimmt man dies an, so ergibt sich folgende Übersicht der hierhergehörigen Formen:

Coccospora Wallroth 1833

Syn.: *Sphaerosporium* Schwein. 1834.
Protomyces Saccardo, pro part. 1877.
Bactridiopsis P. Henn. 1904.
Allescheriella P. Henn. 1897.

1. *Coccospora aurantiaca* Wallr. 1833.

Syn.: *Protomyces xylogenus* Sacc. 1877.

2. *Coccospora lignatilis* (Schw.) v. H. 1910.

Syn.: *Sphaerosporium lignatile* Schw. 1834.

3. *Coccospora Ulei* (P. Henn.) v. H. 1910.

Syn.: *Bactridiopsis Ulei* P. Henn. 1904.

Die zweite Art ist wahrscheinlich mit einer der beiden anderen identisch.

Der von G. Lindau (in Rabenhorst's Krypt.-Fl., Pilze, 1910, IX. Abt., p. 716) unter dem Namen *Coccospora aurantiaca* Wallr. erwähnte Organismus ist nach seinen Angaben von den oben besprochenen Pilzen gänzlich verschieden.

Noch sei bemerkt, daß *Allescheriella uredinoides* P. H. n. gen. et spec. (Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 244), die ich nicht gesehen habe, nach der Beschreibung offenbar auch eine *Coccospora* ist.

675. Auerswaldiopsis quercicola P. Henn.

Wird (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 143 f.) vom Autor als fraglich zu den Leptostromaceen gestellt und als Nebenfruchtform von *Auerswaldia quercicola* P. H. (= *Coccochorella quercicola* [P. H.] v. H.) beschrieben.

Die Untersuchung des Originalexemplares zeigte mir, daß die Stromata der *Coccochorella* bald, so lang sie noch jung und ohne Asci sind, bald im reifen oder schon entleerten Zustande von einem Schmarotzer befallen werden, der den Loculus ausfüllt und dann die kohlige Decke des Stromas emporhebt und seitlich ringsum hervorbricht. Dieser Schmarotzer ist eine Tuberculariee, welche hyaline, zweizellige, spindelförmige, beidendig scharf spitze, meist 18 = 3 bis 4 μ große, zartwandige Conidien, deren obere Zelle meist länger als die andere ist, in großer Menge entwickelt. Der Pilz hat ein undeutlich zelliges, plectenchymatisches, gelbbraunes Basalgewebe, das nach oben hin allmählich senkrecht parallelfaserig wird und so verzweigte, etwa 40 = 1·5 bis 2 μ große, hyaline Sporenträger bildet, die an der Spitze der Zweige meist 1 bis 3 Conidien bilden, die nebeneinander stehen. Einzelne Conidien entstehen auch seitlich. Die Zweige der Conidienträger sind oft gegenständig. Die Polster des Pilzes werden etwa 160 μ hoch.

Es ist fraglich, ob *Auerswaldiopsis* von *Patouillardiella* Speg. genügend verschieden ist. *Auerswaldiopsis* ist daher eine auf *Coccochorella* schmarotzende Tuberculariee und keine Nebenfruchtform der ersteren.

676. Tetracrium Aurantii P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 116.

Gehört nach dem Autor zu den Mucedineae-staurosporae. Die Untersuchung des Originalexemplares ergab folgendes:

Auf den Blättern und Zweigen von *Citrus Aurantium* sitzen Schildläuse, welche von dem Pilze aufgezehrt werden. Der

Pilz entwickelt ein blasses, dichtes, plectenchymatisches Stroma von etwa 250 μ Dicke, das die Schildläuse ganz ausfüllt und sich seitlich ausbreitet, allmählich dünner werdend. Auf diesem Stroma sitzen dichtrasig weiße, dichtwollige, kugelige, oben etwas abgeflachte, mit dem Wollfilze bis 570 μ breite Perithecien. Ohne den Filz sind dieselben 300 bis 400 μ breit. Um das kleine Ostiolum findet sich eine kahle Mündungsscheibe, sonst sind die Perithecien dicht mit hyalinen, derbwandigen, septierten, wollig verbogenen, stumpflichen, kürzeren oder bis 424 μ langen, 3 bis 4 μ dicken Wollhaaren bedeckt, die oft zum Teil zu Bündeln verklebt sind. Die blasse Perithecienmembran ist seitlich etwa 30 μ dick und besteht aus etwa 7 bis 8 Lagen von dickwandigen, rundlich-polyedrischen, 4 bis 5 μ breiten, nicht zusammengepreßten Zellen. Die sehr zahlreichen, 1 μ dicken Paraphysen überragen die zylindrischen, nach unten allmählich kurz knopfig-stielig verschmälerten, achtsporigen, oben abgerundeten und bis 6 bis 7 μ dickwandigen, 180 bis 200 = 20 μ großen Asci. Die hyalinen Sporen stehen zweireihig, sind keulig, oben dicker, an den verschmälerten Enden stumpflich, zartwandig, an den 10 bis 13 Querwänden nicht eingeschnürt, 66 bis 80 = 8 bis 10 μ. Einzelne Sporen sind kürzer (52 μ) und zeigen nur 6 Querwände.

Diese Perithecien repräsentieren eine *Ophionectria* mit Stroma, sind also eine *Puttemansia* P. H. 1902 = *Scoleconectria* Seaver (Mycologia, 1909, I, p. 197).

Dieselbe ist mit der *Scoleconectria coccicola* (Ell. et Ev.) Seaver (Mycologia 1909, I, p. 198) verwandt, aber sicher verschieden. Sie muß *Puttemansia Aurantii* (P. Henn.) v. H. genannt werden. (Siehe Fragment Nr. 602.)

Zwischen diesen Perithecien findet man vereinzelt rundliche, etwas niedergedrückt kugelige, dunklere, hellbestäubte, bis etwa 520 = 400 μ große, dicht plectenchymatisch-faserige Auswüchse des Basalstromas, welche eine Tuberculariee darstellen und auf welchen die Conidien entstehen. Im Innern des Gewebes dieser Tuberculariee findet man (so wie auch im Basalstroma) rote Gewebefetzen der aufgezehrten Schildlaus unregelmäßig verteilt. Das innen dicht plectenchymatische, aus derbwandigen Hyphen bestehende Gewebe der Tuber-

cularieenstromata wird nach außen dichter und kleinzellig-parenchymatisch; aus diesem Rindengewebe erheben sich radialgestellte, kurzgliedrig-torulöse, dichtstehende Zellreihen, welche mit den etwa 5 bis 6 = 8 bis 10 μ großen stumpflichen Sporenträgern enden. Das Gewebe der Tubercularieenstromata ist fast hyalin und rührt die dunkle Färbung von den tierischen Einschlüssen her. Die hyalinen Conidien entstehen an der Spitze der Sporenträger und bestehen aus einer kurzkonischen etwa 8 = 4 bis 5 μ großen Basalzelle, auf deren breiterer oberer Fläche 2 bis 7, meist wohl 3 bis 4 zylindrisch-spindelförmige, gerade, derbwandige, 130 bis 180 = 8 bis 9 μ große Zweige sitzen, einen Quirl bildend. Diese Zweige sind mit 18 bis 23 dicht stehenden Querwänden versehen. Die oberste Zelle ist etwas abgesetzt, meist dünnwandig und 10 bis 20 μ lang. In jeder Zelle zeigen sich 1 bis 2 kleine Öltröpfchen.

Jene Tubercularieenstromata, welche verblüht sind, werfen die Conidienträger ab, werden glatt und schwarz und sehen einem *Sclerotium* gleich.

Tetracrium ist daher die Nebenfrucht einer *Puttemansia* und gehört zu den Tubercularieae-mucedineae-staurosporae.

Scoleconectria coccicola (E. et Ev.) hat nach Seaver (l. c., p. 199) ganz ähnliche Conidien wie die beschriebene Art. Seaver kannte indes nicht die Art ihrer Entstehung. Diese wurde in völlig unverständlicher und mir erst nachträglich klar gewordener Weise von A. Zimmermann (Zentral-Bl. f. Bact. u. Paras. Kde., II. Abt., VII. Bd., 1901, p. 874) geschildert. Vergleicht man obige Beschreibung mit Zimmermann's Angaben und Figuren, so sieht man, daß *Scoleconectria coccicola* (E. et Ev.) offenbar auch ein zu *Tetracrium* gehöriges Tubercularieenstroma besitzt, das *Tetracrium coccicola* (E. et Ev.) v. H. zu nennen wäre.

Entsprechend den gemachten Angaben muß die Gattungsdiagnose von *Tetracrium* völlig geändert werden.

Tetracrium P. H. emend. v. H. (Tubercularieae-mucedineae-staurosporae).

Conidienstroma rundlich, einem Basalstroma aufsitzend, innen dicht plectenchymatisch-faserig, außen parenchymatisch;

Conidienträger kurz, einfach. Conidien hyalin, endständig, mit basalem, einzelligem, kleinem Mittelstück, an welchem quirlig 2 bis 7 zylindrisch-spindelförmige, quergeteilte, lange Äste sitzen (Nebenfruchtform von *Puttemansia*-Arten).

1. *Tetracrium Aurantii* P. Henn.

zu *Puttemansia Aurantii* (P. H.) v. H.

2. *Tetracrium coccicola* (E. et Ev.) v. H.

zu *Scoleconectria coccicola* (E. et Ev.) Seav. = *Puttemansia coccicola* (E. et Ev.) v. H.

677. Yoshinagaia Quercus P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 143.

Diese Gattung existiert im Sinne des Autors gar nicht, da ihre Charakteristik aus den Merkmalen von drei zusammengehörigen Formen (einem ganz unreifen Discomyceten, einer Sphaerioidee: *Microperella* n. gen. und einer Excipulee: *Japonia* n. gen.) besteht. (Fragm. zur Mykologie, 1909, VII. Mitt., Nr. 335, in Sitz.-Ber. kais. Akad. Wien, math.-nat. Kl., 118. Bd., Abt. I, p. 876.)

Sollte sich der unreife Discomycet als eine neue Gattung entpuppen, so könnte diese *Yoshinagaia* genannt werden, jedoch mit ganz anderer Charakteristik und Stellung.

678. Perisporium (Perisporiella) Myristicae P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 141.

Unter diesem Namen hat Hennings nach dem Originalexemplar sterile, abgestorbene Stromata einer *Hypocrella* beschrieben, welche saprophytisch von den braunen Hyphen eines Pilzes durchsetzt sind und an der oberen Seite mit zahlreichen, etwa 80 μ breiten, häutigen, braunen, kugeligen, ostiolierten Pycniden besetzt sind, die im Schleim eingebettet zahlreiche elliptische, hyaline, 5 × 2 μ große Sporen enthalten. Diese Pycniden sind oft kahl, häufig aber mit kurzen, stumpfen, braunen Borsten besetzt und können als *Aposphaeria* oder

Pyrenochaeta betrachtet werden. Reife Perithecien mit Asci sind nicht zu finden.

Einige unreife Perithecien waren beborstet. Wenn die Sporen wirklich braun und mit drei Querwänden versehen sind, so wäre der Ascuspilz eine *Chaetomastia*.

Das Subgenus *Perisporiella* muß daher ganz gestrichen werden.

679. Squamotubera Le Ratii P. Henn.

Hedwigia, 1903, 42. Bd., p. (308).

Der ausführlich beschriebene Pilz ist nach dem Originalexemplar ein auf beiden Seiten von einem *Hypoxylon* überzogenes, ganz vermorschtes, dünnes Holzstück. Die »aschgrauen, mehrschichtigen Häute, welche sich blätterig abheben lassen« und den Pilz einhüllen, sind eine mehrfache Lage eines dünnen Papiers, in welches der Pilz eingewickelt wurde.

Die Gattung *Squamotubera* muß daher ganz gestrichen werden.

680. Scirrhiopsis hendersonioides P. Henn.

Verhandl. botan. Vereins Brandenburg, 1905, 47 Bd., p. XII.

Diese Gattung beruht nach dem Originalexemplar auf einem Irrtum und ist daher zu streichen.

Auf den Blattscheiden des Originalexemplares wachsen zwei Pilze: *Scirrhia rimosa*, ganz alt und vermorscht, und eine *Hendersonia*, verschieden von *H. Phragmitis* Desm. und *H. arundinacea* (Desm.) Sacc. (= *H. Fuckelii* Sacc.) und vielleicht noch unbeschrieben.

Einzelne der *Hendersonia*-Pycniden wachsen nun teils neben, teils in den alten, entleerten Loculi der *Scirrhia*. Diese wurden als *Scirrhiopsis* beschrieben.

681. Discomycopsella Bambusae P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 146.

Soll das Conidiumstadium von *Lophiella Bambusae* P. Henn. (l. c., p. 143) sein.

Nach dem Originalexemplar ist der als *Lophiella Bambusae* beschriebene Pilz eine *Phyllachora*, die offenbar von *Phyllachora Tjankorreh* Rac. (Parasitische Algen und Pilze Javas, 1900, III. Theil, p. 25) nicht verschieden ist. Die Sporen sind nicht »fusco-brunneis«, sondern hyalin, mit blaß-gelbbräunlich gefärbtem Plasma.

Zwischen den Stromaten dieser *Phyllachora*, welche meist gut ausgereift ist, findet sich sehr spärlich eine schlecht entwickelte, unreif abgestorbene Uredinee, die als *Discomycopsella* beschrieben wurde.

Diese Gattung muß daher völlig gestrichen werden.

682. **Phragmographum Bactridis** P. Henn.

Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 68, c. Icon.

Ist nach dem Originalexemplar eine Flechte, zur Gattung *Opegraphella* Müll. Arg. gehörig (Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I., 1. Abt.*, p. 102).

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß der Gattungsname *Acanthothecium* Spegazzini 1889 (Boletin Acad. nac. cienc. Córdoba, Buenos Aires, 1889, XI. Bd., p. 606) älter ist als der gleichnamige von Wainio, 1890 (Acta societ. Faun. Flor. Fennica, 1890, VII. Bd., II. Teil, p. 93). Daher ist der Name der Flechtengattung von Clements (Genera of Fungi, 1909) in *Acanthothecis* umgeändert worden.

683. **Diplopeltopsis Zimmermanniana** P. Henn.

In Kabát et Bubak, Fungi imperfecti exsiccati, Nr. 76.

Syn.: *Diplopeltis Zimmermanniana* P. Henn. Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 146.

Ist nach dem Originalexemplar eine ausgesprochene Flechte mit *Phyllactidium*-Conidien und Apothecien und Asci mit fädigen Paraphysen.

Unterscheidet sich von *Phyllophthalmeria* (Müll. Arg.) Zahlbr. (Lichenes in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., p. 120) durch die stets zweizelligen, zuletzt etwas bräunlichen Sporen und dürfte eine neue Flechtengattung darstellen, die den unpassenden Namen *Diplopeltopsis* führen müßte.

684. **Busseella Caryophylli** P. Henn.

A. Engler's bot. Jahrb. für Systematik etc., 1904, 33. Bd., p. 40.

Ist der Typus der Gattung und ganz so gebaut wie die drei weiteren Arten:

Busseella Marantaceae P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 393, c. Icon.), *B. Stuhlmanni* P. Henn. (Engler's Jahrb., 1905, 34 Bd., p. 55) und *B. Capparidis* P. Henn. (Engler's Jahrb., 1907, 38. Bd., p. 128).

Die Gattung ist völlig zu streichen, da es sich um Algen handelt aus der Gattung *Cephaleuros* Sect. I. *Mycoidea*. (Siehe Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., Nachträge zum I. Teil, 2. Abt., p. 95) Jedenfalls befindet sich unter den vier *Busseella*-Arten die *Cephaleuros virescens* Kze. (= *Mycoidea parasitica* Cunn.)

685. **Phaeoscutella Gynerii** P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 382, Taf. V, Fig. 6 und Textfigur.

Diese Gattung muß ganz gestrichen werden, denn sie besteht nach dem Originalexemplar aus den rundlichen, häutigen Exkrementen eines Tieres. In denselben kommen neben vielen Hyphenstücken, verschieden gestalteten Conidien usw. auch größere, mauerförmig geteilte Sporen vor, die Hennings für Asci hielt.

686. **Phragmidiella Markhamiae** P. Henn.

Engler's bot. Jahrb., 1907, 38. Bd., p. 105.

Ist eine gute Uredineengattung, die nach Dietel zwischen *Phragmidium* und *Kühneola* steht.

687. **Pterula (Phaeopterula) hirsuta** P. Henn.

Monsunia, 1899, I, p. 9.

Diesen Typus der Untergattung *Phaeopterula* habe ich nicht gesehen. Dieselbe soll sich von *Pterula* durch die Pubescenz des Pilzes und die hellbräunlichen Sporen unterscheiden. Wenn die Sporen wirklich gefärbt sind, was zu

bezweifeln ist, so wäre der Pilz ein *Lachnocladium*, dessen Arten häufig behaart sind.

Phaeopterula juruensis P. Henn. (Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 175) soll fast kugelige, glatte, braune, 4 bis 6 μ große Sporen haben. Ich finde am Originalexemplar nur fast kugelige, hyaline, glatte, mit einem Öltröpfchen versehene, 4 μ große Sporen. Darnach wäre diese Art eine *Pterula*.

Phaeopterula muß daher als eine sehr zweifelhafte Untergattung angesehen werden.

688. Sphaerostilbe (Sphaerostilbella) lutea P. Henn.

Engler's bot. Jahrb., 1902, 30. Bd., p. 40.

Der Pilz zeigt nach dem Originalexemplar ein sehr zartes, weißes, aus hyalinen, stark verkrümmten, zartwandigen, etwa 2 μ dicken Hyphen aufgebautes, krümeliges Subiculum, aus dem sich zahlreiche ockergelbe, 1 bis 3 *mm* lange, etwa 40 μ dicke Synnemata erheben, die aus 2 bis 3 μ dicken, zartwandigen, hyalinen oder gelblichen, dicht parallel verwachsenen Hyphen bestehen, die oben auseinandertreten und ein dichtes, 80 μ breites Köpfchen bilden, auf dem die schleimig verbundenen, hyalinen, zartwandigen, länglichen, 2 = 1 μ großen Conidien sitzen. Stellenweise wird das Subiculum etwas dicker und gelb und trägt in Räschen stehende, kugelige, bis 220 μ breite, ockergelbe Perithecien, die weichhäutig, fleischig und kurzwollig sind und oben eine dunklere Mündungspapille zeigen. Dieselben sind völlig unreif. Hennings' Angaben über die Asci und Sporen müssen irrtümlich sein, da die Perithecien offenbar viel größer und erst nach der Entwicklung des Conidienstadiums zur Reife gelangen werden.

Das Subgenus *Sphaerostilbella* muß daher gestrichen werden.

689. **Hypocrea (Phaeocrea) rufoalutacea** P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 6.

Ist, wie der Autor richtig sagt, eine *Hypocrea* mit rotbraunen Sporen.

Mit der Untergattung *Phaeocrea* 1902 fällt die Gattung *Chromocrea* Seaver (Mycologia, 1910, II. Bd., p. 58) zusammen.

690. **Asteropeltis Ulei** P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 380.

Wird vom Autor zu den Microthyriaceen gestellt und später (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 66) als zur Gattung *Actiniopsis* Starb. (Bih. till k. Sv. Vet.-Akad. Handl. 1899, 25. Bd., Afd. III, Nr. 1, p. 54, Fig. 87 bis 91) gehörig angesehen. *Actiniopsis* ist jedoch von Starbäck als Sphaeriacee beschrieben worden.

Demgegenüber zeigte mir die Untersuchung des Originalexemplars von *Asteropeltis Ulei*, daß es sich um eine schon lange bekannte Flechte handelt, die zuerst 1828 als *Porina americana* var. *epiphylla* Fée (Dict. Class. Hist. nat., vol. XIV, p. 224, c. icon.) beschrieben wurde und nun *Trichothelium epiphyllum* (Fée) Müll. Arg. heißt (Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I, I*, p. 75).

Actiniopsis mirabilis Rehm (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 3) ist offenbar dieselbe Flechte.

Die beiden von Starbäck aufgestellten *Actiniopsis*-Arten sind (siehe das folgende Fragment) mit *Ijuhya* nahe verwandte Hypocreaceen mit monocarpen, kurzzylindrischen oder spulenförmigen Stromaten.

Actiniopsis juruensis P. Henn. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 66) habe ich nicht gesehen.

Actiniopsis atroviolacea P. Henn. (Hedwigia, 1908, 47. Bd., p. 269) ist nach dem Originalexemplar ein *Trichothelium*, verschieden von *Tr. epiphyllum*; hat *Trichothelium atroviolaceum* (P. Henn.) v. H. zu heißen.

Unterscheidet sich von *Trichothelium epiphyllum* schon durch die bis über 30 betragende Anzahl der bis 550 μ langen Zotten, während *Tr. epiphyllum* nur etwa 9 bis 10 200 bis 400 μ lange, gestreckt dreieckige Zotten hat.

Actiniopsis congensis P. Henn. in E. de Wildeman, Études flore Bas- et Moyen-Congo, II. Fasc. 2 (1907), p. 99. Der Pilz sitzt auf der Unterseite der Blätter von *Psophocarpus palustris* Desv. in lockeren Herden. Die aufrecht eiförmigen Perithecien sind braunhäutig und etwa 150 μ breit. Die

Perithecienmembran ist deutlich parenchymatisch und besteht aus polygonalen, 8 bis 12 μ breiten Zellen. Oben zeigt sich eine etwa 50 μ breite, flache, hellere, parenchymatische Mündungsscheibe, ohne Ostiolum. Mit Ausnahme dieser nackten Scheibe ist die obere Peritheciumhälfte dicht mit steifen, septierten, stumpflichen oder oft lang ausgezogen zugespitzten, oben fast hyalinen, bis 550 = 4 bis 7 μ großen Borsten besetzt. Die obersten Borsten sitzen am Rande der Mündungsscheibe. An der Basis der Perithecien sitzen zahlreiche, der Blattepidermis angepreßte, hyaline bis braune, unregelmäßig verzweigte, verbogene, 2 bis 4 μ breite, etwa 400 μ lange Hyphen.

Die Asci sind derbwandig, oben abgerundet, keulig, unten kurzknopfig gestielt, 70 bis 104 = 12 bis 15 μ groß. Die nicht ganz reifen Sporen sind hyalin (zuletzt etwas gelblich), 48 bis 65 = 3·5 bis 4 μ groß, gerade, meist sechszellig, oben abgerundet, schmal keulig, unten allmählich lang verschmälert und zugespitzt. Sie liegen zu 8, zwei- bis dreireihig parallel in den Asci, zwischen welchen spärlich verbogen-fädige Paraphysen auftreten.

Aus diesen Angaben ist zu ersehen, daß der Pilz mit *Actiniopsis* nichts zu tun hat. Gegen die Auffassung desselben als *Acanthostigma* spricht der völlige Mangel eines Ostiolums. Er dürfte am besten als Capnodiacee aufgefaßt werden und steht in dieser Familie am nächsten den Gattungen *Perisporiopsis* und *Perisporina*; von diesen beiden Gattungen weicht er aber namentlich durch die Behaarung ab. Dürfte daher eine neue Capnodiaceengattung sein, die jedoch, da der Pilz nicht ganz ausgereift ist, noch nicht beschrieben werden kann.

Auch *Actiniopsis separato-setosae* P. Henn. (Hedwigia, 1908, 47. Bd., p. 269) ist keine Flechte. Die Perithecien stehen blattunterseits, sehr zerstreut und vereinzelt ganz oberflächlich, sind abgeflacht-kugelig, 280 bis 310 μ breit und etwa 150 μ dick, trocken einsinkend, oben violett-graubraun und deutlich aus etwa 8 μ breiten Parenchymzellen aufgebaut, unten blaß und weichfleischig; das kleine typische Ostiolum sitzt auf einer etwas vertieften, rundlichen, etwa 40 μ breiten, konzentrisch kleinzelligen Scheibe. Die obere Hälfte des Peri-

theciums geht in einen kreisförmigen Randflügel über, welcher der Blattepidermis anliegt und in ein kaum sichtbares, zartes, blaßbräunliches oder subhyalines, ausgebreitetes, aus einer Lage von 2 bis 3 μ breiten, zarten, dicht mäandrisch verwachsenen Hyphen bestehendes, der Blattepidermis fest angewachsenes Häutchen übergeht. Der Kreisflügel ist innen deutlich parenchymatisch und dick, nach außen wird er verworren faserig und dünn. Am Umfange der Perithecien, etwa dort, wo der Kreisflügel ansitzt, stehen zahlreiche, steife, einfache, stumpfe, bis etwa 250 μ lange, 4 μ dicke, violettbraune, fast horizontal gerichtete Haare oder Borsten, in einem kreisförmigen Gürtel ziemlich gleichmäßig verteilt. Diese Haare sind gruppenweise mit ihren Spitzen zu etwa 8 bis 9 sternförmig abstehenden Büscheln oder Zotten verbunden. Die von Hennings angegebenen Conidien gehören kaum zum Pilze. Der Nucleus besteht nur aus dickkeuligen Asci mit stark quellenden Wänden. Die zu 8 parallel liegenden hyalinen Sporen sind wurmförmig-zylindrisch, meist etwas gekrümmt, beidendig abgerundet, oben manchmal schwach keulig verbreitert, 90 bis 100 ≈ 7 bis 10 μ breit, mit 20 bis 25 Querwänden. Selten sind 1 bis 2 Zellen mit einer Längswand versehen. Ein Teil der Asci scheint steril zu bleiben und bildet schließlich dickwandig-verschleimende, lange Schläuche, die eine Art von Pseudoparaphysen darstellen.

Aus diesen Angaben erhellt, daß der Pilz eine eigentümliche Naetrocymbee ist, welche mit *Zukalia* nahe verwandt ist, von welcher Gattung er sich durch die eigenartige Behaarung, die Struktur des subiculumartigen Häutchens und den Randflügel unterscheidet (siehe diese Fragmente, 1910, XII. Mitt., Nr. 611).

Der Querschnitt des Pilzes ist ganz ähnlich dem von *Scolecopeltopsis* (Fragm. z. Mykol., 1909, VI. Mitt., Nr. 218, Fig. 14), *Scolecopeltis* und *Micropeltis*, indessen ist der Pilz nicht flach schildförmig, sondern flachkugelig, da der Randflügel sehr zart und scharf abgesetzt und von den Haarbüscheln bedeckt ist. Der Pilz stellt offenbar eine interessante Mittelform zwischen den Naetrocymbeen und den schildförmigen Sphaeriaceen und Hypocreaceen dar und zeigt, auf welchem

Wege sich diese bisher als Microthyriaceen betrachtete Formen entwickelt haben.

Er stellt eine neue Gattung dar, die ich nenne:

Actinocymbe n. gen. **(Naetrocymbeae).**

Perithecien oberflächlich, flachkugelig, mit typischem Ostiolum und dem Substrat anliegendem Kreisflügel, der in ein angewachsenes Subicularhäutchen übergeht. Paraphysen fehlen. Asci dickwandig verschleimend. Sporen hyalin, phragmospor, zylindrisch.

Actinocymbe separato-setosae (P. Henn.) v. H.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß *Saccardinula costaricensis* Speg. (Sacc., Syll. Fung., XIV, p. 692) nach der Beschreibung offenbar eine *Limacinula* ist. Da dies bei der Typusart der Gattung: *Saccardinula guaranitica* Speg. kaum der Fall ist, gehört die erstgenannte Art nicht in die Gattung.

Saccardinula myrticola Rehm (Hedwigia, 1900, 39. Bd., p. 231) hat nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Rehm einen kleinen Flechtenthallus mit hellgrünen, elliptischen Gonidien. Ist daher eine epiphylle Flechte, wahrscheinlich eine mit *Phyllobathelium* Müll. Arg. verwandte neue Gattung.

691. Über Actiniopsis.

Die von Starbäck (Bihang till k. svensk. Vet.-Akad. Handl., 1899, 25. Bd., Afd. III, Nr. 1, p. 54, Fig. 87 bis 91) beschriebene Gattung enthält ursprünglich zwei Arten, von welchen die zweite später von Saccardo und Sydow (Syll. fung., 1902, XVI. Bd., p. 555) wegen der dictyosporen Sporen als eigene Gattung *(Ophiodictyon)* abgetrennt wurde.

Starbäck hielt beide Arten für einfache Sphaeriaceen ohne Stroma. P. Hennings (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 66), der die Gattung allerdings nicht kannte, stellte sie zu den Microthyriaceen.

Das Studium einer neuen sicheren *Actiniopsis*-Art zeigte mir, daß diese Gattung ganz nahe mit *Ijuhya* verwandt ist und so wie diese monocarpe Stromata besitzt. Von *Ijuhya*

zeigte ich (Denkschr. d. mathem.-nat. Klasse der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, 1907, 83. Bd., p. 22, Taf. I, Fig. 4), daß es eine typische Hypocreacee ist, mit einem kurzzylindrischen Stroma, in welchem nur ein Perithecium eingesenkt ist, während das Stroma oben sternförmig angeordnete Zotten hat.

Ganz so verhalten sich nun auch *Actiniopsis* und sicher auch *Ophiodictyon;* diese zwei Gattungen bilden mit *Ijuhya* eine natürliche Gruppe in der Abteilung der Hypocreaceen; sie unterscheiden sich voneinander wesentlich nur durch die Sporen. Bei *Actiniopsis violacco-atra* v. H. kann man sich an Medianschnitten sowie durch Quetschen zerschnittener Fruchtkörper leicht davon überzeugen, daß das Perithecium eine eigene, andersgebaute Wandung hat und von einer Schichte von Stromagewebe eingeschlossen ist.

Die genannten drei Gattungen müssen daher ganz anders charakterisiert werden, als dies bisher geschehen ist.

Ijuhya Starbäck, char. emend. v. Höhnel.

Stroma ganz oberflächlich, fleischig, faserig aufgebaut, hellfärbig, niedrig spulenförmig oder kurz zylindrisch, unten flach, in ein plectenchymatisch faseriges, dem Substrate anliegendes Häutchen übergehend, oben flach, mit einer Anzahl ausgebreiteter breiter parallelhyphiger Zotten versehen, ein rundliches ganz eingesenktes Perithecium enthaltend; Ostiolum klein, rundlich. Paraphysen fehlend (?), Asci dünnwandig spindelig-keulig. Sporen hyalin, zweizellig (?).

Starbäck's Angaben über die Paraphysen und Sporen sind mir zweifelhaft. Ich finde in meinen, allerdings überreifen Exemplaren schließlich vierzellige Sporen und deutliche fädige Paraphysen. Wenn dies richtig ist, so ist *Ijuhya* von *Actiniopsis* kaum verschieden.

Actiniopsis Starbäck, char. emend. v. Höhnel.

Ebenso wie *Ijuhya,* jedoch dunkelfärbig, Stromagewebe dichter, weniger stark entwickelt. Sporen phragmospor. Paraphysen dünnfädig, lang.

Ophiodictyon Sacc. et Syd., char. emend. v. Höhnel.

Ebenso wie *Actiniopsis*, Sporen dictyospor, langgestreckt.

Actiniopsis violaceo-atra v. H. n. sp.

Stromata zerstreut, oberflächlich, häufig am Blattrande stehend, schwarz, fleischig, kurz zylindrisch oder spulenförmig, zirka 160 μ breit und 140 μ hoch, oben flach, in der Mitte das kleine, etwa 15 bis 20 μ breite, rundliche Ostiolum zeigend, ringsum 5 bis 6 bis 10 bis 15 sternförmig flach abstehende, zum Teil kleinere, meist 250 bis 360 μ lange, spitze, von der 40 bis 70 μ breiten Basis aus allmählich verschmälerte, aus vielen parallel verwachsenen grauvioletten, scheinbar lumenlosen 3 μ breiten Hyphen bestehende Zotten aufweisend. Stromabasis flach, allmählich in eine aus violetten, plectenchymatisch dicht verwachsenen Hyphen bestehende, 80 bis 100 μ breite Basalmembran auslaufend, die am Rande ganz dünn und hyalin wird. Stromagewebe dicht kleinzellig plectenchymatisch, seitlich gegen 12 μ dick. Einzelnes Perithecium fast kugelig, unten wenig abgeflacht, aus dünnen, oben gegen das Ostiolium hin stark gestreckten und radial angeordneten 4 bis 5 μ breiten Zellen bestehend. Paraphysen zahlreich, dünnfädig, die Asci überragend. Asci dünnwandig, spindelig-keulig, in oder unter der Mitte am breitesten, nach der gestutzten Spitze hin allmählig langkegelig verschmälert, unten kurz verbogen gestielt, bis 85 = 12 μ groß. Sporen hyalin, zu 8, zwei- bis dreireihig im Ascus sich deckend, zylindrisch, nach beiden spitzlichen Enden wenig verschmälert, sechs- bis zehnzellig, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 40 bis 48 ≈ 3 bis 4 μ groß.

Auf der Blattunterseite, häufig auf den Blatträndern von *Biophytum* sp. Amazonas, Rio Juruà, Belem Juruà Miry, September 1901, Nr. 5804, leg. E. Ule (Herbar Berlin).

692. Lizonia (Lizoniella) Gastrolobii P. H.

Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. (96).

Unter *Lizoniella* versteht Hennings die *Lizonia*-Arten mit hyalinen Sporen. Saccardo (Sylloge Fung. 1905, XVII. Bd., p. 661) erhob *Lizoniella* zur Gattung.

Ich habe schon 1909 (in diesen Fragmenten, VII. Mitt., Nr. 310) bemerkt, daß die Arten der Gattung *Lizonia* und *Lizoniella* der Revision bedürfen. Sie gehören offenbar zum größten Teil gar nicht hierher und weichen meist völlig vom Typus: *Lizonia emperigonia* (Auersw.) Ces. et de Not. ab. Die Stellung dieser Art war bisher eine völlig unsichere. Sie wird zwar allgemein als Sphaeriacee betrachtet und wurde von Cesati und de Notaris zu den Cucurbitarieen gestellt. Dahin gehört sie aber nicht, wie schon Winter (Gymnoasceen und Pyrenomyceten, 1887, p. 331, in Rabh., Krypt. Flora, II. Aufl.) bemerkt. Er reiht sie daher vorläufig nur im Anhange den Cucurbitarieen an.

Ich habe daher *Lizonia emperigonia* genau untersucht und fand schließlich, daß sie am besten als Capnodiacee betrachtet wird. Der Pilz lebt in den männlichen Blüten von *Polytrichum*. Diese bestehen aus Antheridien und Paraphysen, zwischen welchen einzelne Deckblätter sitzen. Zwischen diesen Organen laufen braunviolette, dünnwandige, 4 bis 8 μ breite Hyphen, welche meist parallel zu Strängen und Bändern verwachsen sind und von unten ausgehend bis zur Scheibenfläche der Moosblüte hinaufwachsen. Oben bilden sich am Ende der Hyphenstränge die Perithecien aus. Diese sind etwa 200 bis 300 μ groß, kugelig oder meist aufrecht eiförmig, schwarz, dünnhäutig, nach obenhin meist verschmälert, oben abgerundet. Die ziemlich zähhäutige Perithecienmembran besteht aus schwarzvioletten, mäßig dünnwandigen, polyedrischen, etwa 8 bis 10 μ breiten Zellen, die in wenigen Lagen stehen. Ein typisches Ostiolum fehlt. Doch zeigen die entleerten Perithecien am oberen verschmälerten Ende eine 25 bis 35 μ breite rundliche Öffnung, durch welche die Sporenentleerung stattgefunden hat und die durch einfaches Auseinanderweichen der Membranzellen entsteht, so wie dies in der Regel bei den Capnodiaceen der Fall ist. Asci und Paraphysen waren bei allen untersuchten Perithecien bereits aufgelöst.

Nach diesen Angaben kann *Lizonia emperigonia* nur als oberflächlich wachsende, nicht kohlige Sphaeriacee betrachtet werden und nicht als Perisporiacee *(Dimerium)*. *Gaillardiella* Pat. und *Pachyspora* Kirschstein sind nicht näher damit

verwandt. Am besten scheint *Lizonia* bei den Capnodiaceen zu stehen, obwohl sie auch hier eine isolierte Stellung einnimmt.

Clements (Genera of Fungi, 1909, p. 30, 31) vereinigt *Lizonia* mit *Phaeosphaerella* und *Lizoniella* mit *Sphaerella*, was natürlich falsch ist.

Lizoniella Gastrolobii (P. H.) Sacc. ist nach dem Originalexemplar eine typische blattbewohnende *Plowrightia*. Die Stromata entwickeln sich auf beiden Blattseiten in und unterhalb der Epidermis, brechen ganz hervor und sind dann von den Lappen der dicken Außenwand der Epidermiszellen begrenzt. Die Ascusstromata sind bis 1 *mm* breit, rundlich oder länglich und etwa 200 μ dick. Sie sind von den fast halbkugelig vorstehenden Loculi warzig. Das eingewachsene Hypostroma dringt in Form von senkrechten Platten, die unten allmählich verlaufen, zwischen den Mesophyllzellen bis 160 μ tief ein, einzelne Zellen einschließend. Es besteht aus parallelen Reihen von braunen, dünnwandigen, 4 bis 10 μ großen Parenchymzellen, die meist einen großen Öltropfen einschließen. Diese Zellreihen setzen sich nach obenhin in das Ascusstromagewebe fort. Oben wird das Gewebe dunkler und stellenweise fast blutrot. Die Blattstellen, wo die Stromata zerstreut oder in kleinen Gruppen sitzen, sind häufig rötlich bis lichtblutrot verfärbt. Die Decke sowie das Gewebe um die Loculi ist opak-schwarzrot. Der Bau des Nucleus entspricht ganz der Gattung *Plowrightia*. Es sind untypische Paraphysen vorhanden. Die keuligen, sitzenden, oben etwas verschmälert-abgerundeten Asci sind bis 60 - 12 μ groß. Die hyalinen zweizelligen, länglich-spindeligen Sporen fand ich bis 20 ≈ 4 bis 5 μ groß. So breite Asci und Sporen, wie Hennings angibt, fand ich nicht. Danach ist *Lizoniella* P. H. = *Plowrightia*. Der Pilz hat *Plowrightia Gastrolobii* (P. H.) v. H. zu heißen.

Lizonia (Lizoniella) Oxylobii P. H. (Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. [97]) ist nach dem Originalexemplar eine ganz typische, blattbewohnende *Plowrightia: Pl. Oxylobii* (P. H.) v. H.

Die Stromata entwickeln sich in und unterhalb der oberen Blattepidermis und brechen ganz hervor. Sie sind bis 250 μ dick und bestehen aus einem offen zelligen violettbraunen Paren-

chym. Sie stehen meist in rundlichen Gruppen. Die mittleren Stromata enthalten zahlreiche Loculi, die äußeren oft nur 1 bis 3. Außen sind sie von den etwas vorspringenden Loculi höckerig-warzig, matt und dunkelbraun. Perithecienwände fehlen völlig. Das Hypostroma ist schwach entwickelt und allmählich verlaufend. Der Nucleus der Loculi zeigt nach Art der Pseudosphaeriaceen untypisch entwickelte, zellig gegliederte Paraphysen und entspricht im Baue völlig der Gattung *Plowrightia*.

Lizonia Rhynchosporae Rehm (Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. 104). Der Pilz besitzt ein eingewachsenes, die Epidermiszellen beider Blattseiten und das Mesophyll erfüllendes, nur die Gefäß- und Faserbündel freilassendes, die ganze Blattdicke einnehmendes, opak-schwarzes, kleinzellig parenchymatisches Stroma, das blattunterseits hervorbricht und hier das Ascusstroma bildet, das meist länglich-vierseitig, 0·5 bis 1 *mm* lang und halb so breit ist. Dieses Stroma fällt allseitig senkrecht ab und enthält 1 bis 2 Reihen von Loculi, welche oben meist perithecienartig vorragen und daselbst oft kegelig spitz sind. Der Kegel ist etwa 80 μ hoch und 100 μ breit. Das Gewebe des Peritheciumstromas besteht aus offenen polyëdrischen Zellen, die aber meist wenig deutlich sind. Der Mündungskegel ist durchbohrt, zeigt aber keine Periphysen. Die Sporen werden schließlich schwach gelblich. Die oft perithecienartigen Loculi sind 200 bis 300 μ breit, also größer, als Rehm sagt. Rehm's Angaben über Asci und Sporen sind richtig. Ich fand nur einfach fädige Paraphysen. Der Pilz muß als eine *Plowrightia* angesehen werden und *Plowrightia Rhynchosporae* (Rehm) v. H. heißen. Er kann in keine der bestehenden Sphaeriaceengattungen eingereiht werden und erinnert nur entfernt an *Otthiella* und *Valsaria*.

Lizonia stromatica Rehm (Ann. mycol., 1908, VI. Bd., p. 323). Soll *Sphaerella* nahe stehen, hat aber nicht rosettig gestellte Asci und wenn auch nicht deutliche Paraphysen. Zu *Pseudosphaerella* v. H., welche eine Montagnellee ist, kann der Pilz nicht gestellt werden. Hingegen ist Rehm's Vermutung, daß er eine *Euryachora* ist, richtig.

Der Pilz hat ein ausgebreitetes Stroma, das in und unter der Epidermis entsteht und von welchem aus parallele, violett-

braune, 6 μ breite Hyphen oft in Bündeln senkrecht in das Mesophyll eindringen. Oben ist es mit der Epidermisaußenwand fest verwachsen und bleibend bedeckt.

Euryachora thoracella (Rostr.) Schröter hat ein ähnliches Stroma, das aber in der Epidermis allein entsteht und bleibt. Bei solchen Stromaten kommt es aber öfter vor, z. B. bei *Euryachora betulina* (Fr.) Schr. und *E. Ulmi* (Duv.) Schr., daß es später etwas ins Mesophyll eindringt. Daraufhin kann kein generischer Wert gelegt werden. Der obige Pilz hat daher *Euryachora stromatica* (Rehm) v. H. zu heißen.

Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß Rehm (Ann. mycol., 1908, VI. Bd., p. 516) *Dothidella* Speg. 1880 als Synonym von *Euryachora* Fuckel 1869 betrachtet. *Dothidella* Speg. ist jedoch auf *D. Hieronymi* Speg. begründet; diese hat hervorbrechende Stromata, ist also von *Euryachora* generisch verschieden, hingegen von *Plowrightia* Sacc. nur durch die größeren, unregelmäßigen und öfter zusammenfließenden Stromata verschieden. Es muß speziellen Untersuchungen vorbehalten bleiben, festzustellen, ob die Gattung *Plowrightia* haltbar ist und welche Arten eventuell zu ihr zu stellen sind.

Lizonia (Lizoniella) singularis P. H. (Hedwigia, 1903, 42 Bd., p. [80]) wird vom Autor in fast allen Punkten falsch beschrieben. Ist nach dem Originalexemplare eine eigentümliche, mit *Plowrightia* zunächst verwandte, sehr vereinfachte Dothideacee. Die schwarzen Stromata sind unter der Epidermis der kleinen Blätter einer Epacridee blattunterseits eingewachsen und stehen in lockeren Längsreihen zwischen den vorspringenden parallelen Blattlängsnerven. Sie sind rundlich, 80 bis 150 μ breit und perithecienähnlich; sie enthalten meist nur einen Loculus, manchmal aber auch 2 bis 4. Sie brechen nur wenig mit dem oberen Teil hervor. Das Stromagewebe ist nur wenig entwickelt; die Stromata mit nur einem Loculus sehen kleinen *Sphaerella*-Perithecien ähnlich, indessen ist keine Spur eines Ostiolums vorhanden und findet die Öffnung der Loculi durch Abbröckeln der Stromadecke statt, die meist gut entwickelt ist. Wenn mehrere Loculi vorhanden sind, ist das Vorhandensein eines Stromas, das braun, offenzellig parenchymatisch ist, ganz zweifellos. Der Nucleus ist dothideaceen-

artig beschaffen. Paraphysen fehlen. Die Asci sind keulig, oben zylindrisch und abgerundet, unten etwas bauchig, ziemlich parallel liegend, bis 50 = 9 μ, doch meist kleiner. Die 8 Sporen liegen zweireihig, sind hyalin, länglich, an den Enden stumpflich, zweizellig, die obere Zelle meist etwas breiter, bis 18 = 3 μ. Der Pilz ist nicht ganz reif. Es ist offenbar eine Dothideacee. Mit *Euryachora* kann er nicht verglichen werden, denn *Euryachora betulina* hat Stromata, die sich in der Epidermis entwickeln und dauernd von der Cuticula bedeckt sind. Die nächstverwandte Gattung *Plowrightia* hat ganz hervorbrechende Stromata, die sich unter der Epidermis entwickeln und deren Ascusstroma schließlich oberflächlich liegt und mit dem Rande der Epidermis aufsitzt. Als *Plowrightia* kann daher der Pilz nicht aufgefaßt werden. *Dothidella* Speg. ist von *Plowrightia* wenig verschieden. Ich halte ihn für eine neue Dothideaceengattung, die ich *Haplodothis* nenne.

Haplodothis n. gen. **Dothideacearum.**

Stromata klein, rundlich, offenzellig-parenchymatisch, unter der Epidermis eingewachsen und nur wenig hervorbrechend, mit meist einem bis wenigen Loculi. Paraphysen fehlend. Asci keulig. Sporen hyalin, zweizellig.

Haplodothis singularis (P. H.) v. H.

Syn.: *Lizonia (Lizoniella) singularis* P. H.

Das Originalexemplar ist nicht ganz reif, daher die Angaben über die Sporen nicht ganz sicher. Schnitte durch den Pilz nehmen bei längerem Liegen in Glyzerin eine feuerrotbraune Färbung des Stromagewebes an. Kalilauge färbt den Nucleus, besonders die Asci und (unreifen) Sporen schön lilaviolett.

Lizonia Araucariae Rehm (Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. 104) ist nach dem Originalexemplar eine Dothideacee, welche ganz gut in die Gattung *Haplodothis* v. H. paßt.

Die kohligen, kleinzellig opaken, gut entwickelten Stromata sind warzenförmig, außen glatt und schwach glänzend, 150 bis 200 μ groß, unten flach und breiter, oben abgerundet, ohne deutliches Ostiolum.

Sie sind etwa 140 μ dick, enthalten nur einen Loculus, stehen in Gruppen oder häufig in kurzen Reihen und entwickeln sich in und unter der Epidermis, brechen schließlich mit dem oberen Teil hervor und sind weit hinauf von den Lappen der Epidermisaußenwand bedeckt. Der Loculus ist rundlich, unten flach: das Stroma seitlich etwa 25, oben bis 35 μ dick.

Paraphysen undeutlich oder fehlend. Die Asci sind keulig, oben derbwandig, zylindrisch und abgerundet, unten bauchig, etwa 65 × 16 μ. Die spindelförmigen, geraden, an den Enden spitzlichen, zweizelligen, hyalinen Sporen sind bis 30 × 4 μ groß.

Der Pilz hat *Haplodothis Araucariae* (Rehm) v. H. zu heißen.

Lizonia? inaequalis Winter (Hedwigia, 1885, 24. Bd., p. 261) ist nach den Originalexemplaren in Rabenhorst-Winter, Fungi europ., Nr. 3346 und 3347, c. Icon., eine Dothideacee, deren perithecienähnliche Stromata nur je einen Loculus enthalten und rasig gehäuft in rundlichen Gruppen blattoberseits stehen. Sie entwickeln sich in der Epidermis und brechen hervor. Die Sporen sind so wie bei *Munkiella* beschaffen und ist der Pilz ähnlich einer *Munkiella*, deren Stromata in perithecienähnliche, je einen Loculus enthaltende Teilstücke zerfallen sind. In der Tat hat Spegazzini (Bolet. Akad. Nacion. en Cordoba, Buenos-Aires 1889, XI. Bd., p. 547) den Pilz zu *Munkiella* gestellt. Der Pilz kann jedoch nicht als *Munkiella* aufgefaßt werden, denn die Stromata dieser entwickeln sich über der Epidermis unter der Cuticula, sind bleibend von dieser bedeckt, enthalten viele Loculi, deren Scheidewände sowie das Basalgewebe weich und blaß sind. Der Pilz stellt eine eigene neue Dothideaceengattung dar, die ich nenne:

Botryostroma n. gen. **Munkiellae** aff.

Stromata in der Epidermis entstehend, hervorbrechend, klein, perithecienähnlich, rundlich, dicht rasig gehäuft, mit je einem Loculus, kohlig. Asci keulig, achtsporig. Sporen hyalin, zweizellig, untere Zelle sehr klein.

Botryostroma inaequale (Winter) v. H.

Syn.: *Lizonia inaequalis* Winter 1885.
Munkiella inaequalis (W.) Speg. 1889.

Lizonia Baccharidis Rehm (Hedwigia, 1901, 40. Bd., p. 104) soll der *Otthiella paraguayensis* (Speg.) v. H. nahe stehen, diese hat aber zahlreiche Paraphysen im Gegensatze zum obigen Pilze, dem die Paraphysen völlig fehlen. Betrachtet man das einzelne Perithecium, so könnte man an *Sphaerella* denken, allein die Asci sind nicht rosettig angeordnet und hat der Pilz tatsächlich mit *Sphaerella* nichts zu tun.

Vergleicht man aber einen Querschnitt durch einen ganzen Rasen des Pilzes, in dem die Perithecien dicht aneinanderstoßend stehen, mit einem ebensolchen von *Montagnella minor* (Speg.) v. H. (= *Didymella confertissima* Sacc. in diesen Fragmenten, 1909, VII. Mitt., Nr. 319, und 1911, XIII. Mitt., Nr. 711), so erkennt man sofort, daß sich diese beiden Pilze nur durch den Nucleus der Perithecien voneinander unterscheiden. *Lizonia Baccharidis* Rehm hat keine Spur von Paraphysen und zweizellige, hyaline Sporen. Indessen scheint mir der Pilz nicht gut ausgereift zu sein und werden daher die Sporen später möglicherweise braun und mehrzellig.

Der Pilz stellt eine neue, mit *Montagnella* ganz nahe verwandte Gattung dar.

Pseudosphaerella n. gen. **Montagnellae** aff.

Perithecien (Loculi) und Stroma wie bei *Montagnella*.

Paraphysen fehlen völlig. Sporen hyalin, zweizellig, länglich. Art: *Pseudosphaerella Baccharidis* (Rehm) v. H. Die meist dicht aneinanderstoßenden Perithecien sind fast kugelig, etwa 220 μ breit und 200 μ hoch. Das 25 bis 30 μ breite, rundliche Ostiolum zeigt deutliche Periphysen, die aber nicht typisch zu sein scheinen; die Perithecienmembran besteht aus braunen, etwas flachen Zellen, ist unten nur 10 bis 12 μ dick und nach oben rasch bis 80 μ dick, eine Art flachen Discus bildend. Oben sind die Perithecien ganz flach, ohne Mündungspapille. Die Disci der aneinanderstoßenden Perithecien fließen oft zusammen und bilden eine Art Stromadecke, die von den Ostiola durchbrochen sind. Das Gewebe besteht aus fast parallelen Reihen

von flachen oder fast polyedrischen, 6 bis 10 μ großen Zellen. Dieses Verhalten erinnert an die Dothideaceen, wie auch der Umstand, daß die Trennungswand zwischen zwei Perithecien oft nur einfach ist und keine Sonderung in zwei Peritheciennwände erkennen läßt. Der Pilz ist so wie *Montagnella* eine entschiedene Übergangsform zwischen den Sphaeriaceen und Dothideaceen mit dem gleichen Bau wie *Montagnella*, deren Peritheciennuclei aber durch ihre zelligen Paraphysen indes an *Botryosphaeria* und die Pseudosphaeriaceen erinnern.

Lizonia (Lizoniella) Cupaniae Rehm (Annal. mycol., 1907, V. Bd., p. 527). Nach Rehm sollen Paraphysen vorhanden sein. Dieselben fehlen jedoch völlig. Der Pilz ist eine interessante zweite Art der soeben aufgestellten Montagnelleengattung *Pseudosphaerella* und hat *Ps. Cupaniae* (Rehm) v. H. zu heißen. Querschnitte durch denselben gleichen ganz solchen von *Montagnella minor* (Speg.) v. H. und von *Pseudosphaerella Baccharidis* (R.) v. H.

Lizonia Selaginellae Rac. (Bullet. Acad. science Cracovie, 1909, p. 386) entspricht nach dem Originalexemplar und der Beschreibung ganz gut der Gattung *Otthia*. Medianschnitte zeigen, daß ein eingewachsen-hervorbrechendes, opak-schwarzes Stroma vorhanden ist. Auch die Perithecien entsprechen der Gattung *Otthia*.

Der Pilz hat *Otthia Selaginellae* (Rac.) v. H. zu heißen.

Lizonia Smilacis Rac. (Bull. Acad. scienc. Cracovie, 1909, p. 386) hat nach dem Originalexemplar ein unter der Epidermis im Mesophyll eingewachsenes, schwarzbraunes Hypostroma, das blattunterseits hervorbricht und einige kugelige, schwarzbraune, schwach borkig-rauhe, etwa 400 μ breite Perithecien trägt. Die Sporen sind blaßbräunlich. Vierzellige Sporen, die nach Raciborski manchmal zu sehen sein sollen, habe ich nicht gesehen, wohl aber ein paar dreizellige.

Der Pilz ist eine typische blattbewohnende *Otthia*, die *Otthia Smilacis* (Rac.) v. H. zu heißen hat.

Lizonia bertioides Sacc. et Berl. (Revue mycol., 1885, VII. Bd., p. 157, Taf. 54, Fig. 5) ist nach dem Originalexemplar in Fungi Gallici Nr. 3320 eine typsche blattbewohnende *Otthia*.

Der Pilz hat ein unter der Epidermis eingewachsenes schwarzbraunes Stroma, das fast die ganze Blattdicke durchsetzt und oben durchbricht. Auf dem kleinen, oberflächlichen Teile des Stroma sitzen rasig gehäuft 3 bis 5 bis über 500 μ breite, außen borkig-rauhe, kugelige Perithecien, mit bis 80 μ dicker Wandung, die aus 8 bis 14 μ breiten, kohligen, offenen, leeren Parenchymzellen besteht. Die zweizelligen Sporen sind bräunlich.

Der Pilz hat *Otthia bertioides* (Sacc. et Berl.) v. H. zu heißen.

Lizonia Uleana Sacc. et Sydow (Sacc., Syll. Fung., XVI, p. 485). Das untersuchte Exemplar aus dem Berliner Museum ist ganz überreif und halbvermorscht. Der Pilz hat ein in und unter der Epidermis eingewachsenes, bis 2 *mm* breites, rundliches Hypostroma, das stellenweise ganz dünn und opak ist, stellenweise bis 200 μ tief ins Mesophyll eindringt, einzelne Zellen einschließt, allmählich verläuft und aus braunen, 5 bis 7 μ breiten Parenchymzellen besteht. Dieses Hypostroma tritt stellenweise hervor und bildet auf der Epidermis aufsitzende, rasig gehäufte Perithecien. Jedes Perithecium hat seine eigene Ausbruchstelle des Hypostromas. Die Perithecien sind kugelig, etwa 360 μ breit und 300 μ hoch, rauh, oben discusartig abgeflacht, mit aus schwarzvioletten, polyedrischen, offenen, leeren, 8 bis 16 μ breiten Zellen bestehender, 50 bis 80 μ dicker Membran. Der Nucleus ist ganz verschwunden. Die einzelnen gefundenen Ascussporen sind bräunlich, dünnwandig und entsprechen der Originalbeschreibung.

Der Pilz hat darnach *Otthia Uleana* (Sacc. et Syd.) v. H. zu heißen.

Lizonia (Lizoniella) Uleana Sacc. et Syd. forma *Tournefortiae* Rehm (Annales mycol., 1907, V. Bd., p. 528) ist eine eigene Art, die von der vorigen völlig verschieden ist und *Otthiella Tournefortiae* (Rehm) v. H. genannt werden muß.

Der Pilz tritt sehr zerstreut blattoberseits auf. Das in und unter der Epidermis eingewachsene Hypostroma ist etwa 160 μ breit, dringt tief ins Mesophyll ein und besteht hier aus braunen,

kleinen Parenchymzellen. Dasselbe bricht nur an einer Stelle hervor und bildet ein oberflächliches opakes Ascusstroma auf dem meist nur 2 bis 4 (nach Rehm bis 20) Perithecien meist seitlich sitzen. Die Perithecien sind schwach glänzend, schwarz, oben nicht abgeflacht und zeigen eine kleine glänzende Mündungspapille. Sie sind etwa 250 μ breit und haben eine nur etwa 28 μ dicke, aus 4 bis 5 μ großen derbwandigen Zellen bestehende Membran, der außen stellenweise oft in Gruppen stehende, violettbraune, stumpfe, 1- bis 3zellige, oben manchmal schwach verzweigte, bis 50 × 5 bis 8 μ große Haare aufgesetzt sind. Die zahlreichen Paraphysen sind fädig, lang, oben netzigverzweigt verbunden und stark verschleimend. Die Asci sind keulig, oben wenig verschmälert, abgerundet, mäßig dünnwandig, zweireihig-achtsporig, etwa 50 bis 60 × 13 bis 16 μ. Die Sporen sind blaß graugrünlich, elliptisch, an der in der Mitte stehenden Querwand nicht eingeschnürt, etwa 16 × 5 bis 6 μ.

Es ist möglich, daß die Sporen schließlich braun werden, dann wäre der Pilz eine *Otthia*.

Lizonia Syzygii Raciborski (Bullet. Acad. scient. Cracovie, 1909, p. 387) ist nach meinem ganz überreifen Originalexemplar eine eigentümliche *Otthia* oder *Otthiella*, die dothideaceenartig aussieht. Im Mesophyll ist ein aus violettbraunen, polyedrischen, 4 bis 8 μ breiten Zellen bestehendes Gewebe vorhanden, das zwischen den Mesophyllzellen in Form von Platten, Strängen und Knollen auftritt und Gruppen von Zellen einschließt. Dieses stromaartige Gewebe bricht auf beiden Blattseiten hervor, rundliche, 2 bis 3·5 *mm* breite, unterbrochene, dünne Hypostromata bildend, auf denen meist nur blattunterseits die kleinen, rundlichen, meist höher wie breiten, oft zylindrischen, bis 160 μ hohen, 140 μ breiten, oben flachen Perithecien rasig sitzen. Die Perithecienmembran ist dick und besteht aus senkrechten Reihen von violettkohligen, offenen, leeren Parenchymzellen. Oben ist eine Art flachen Discus von Perithecienbreite mit dem Ostiolum. Die wenigen in den überreifen Perithecien gefundenen Sporen waren violett gefärbt. Asci bereits aufgelöst. Nach Raciborski sind die Sporen in den Asci farblos.

Der Pilz muß *Otthia Syzygii* (Rac.) v. H. oder *Otthiella Syzygii* (Rac.) v. H. genannt werden, je nachdem die reifen Sporen als gefärbt oder hyalin angenommen werden.

Lizonia (Lizoniella) Perkinsiae P. H. (Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. [63]) ist vom Autor ganz falsch beschrieben und völlig identisch mit *Lizonia? paraguayensis* Speg. (Sacc., Syll., IX, p. 681).

Ich habe angegeben, daß dieser Pilz eine *Nectria* mit dunklerer Perithecienmembran ist (Denkschriften der math.-nat. Kl. kais. Akad. Wien, 83. Bd., p. 25) und ihn später *Nectria lizonioides* genannt. (In diesen Fragmenten, 1909, VII. Mitt., Nr. 310.) Allein die nun vorgenommene genaue Untersuchung desselben zeigte mir, daß es sicher keine *Nectria* ist.

Der Pilz sieht einer *Polystomella* sehr ähnlich, da die Perithecien oft stromatisch verwachsen sind; sie haben aber ein typisches, wenn auch nicht rundliches, sondern unregelmäßiges Ostiolum mit deutlichen Periphysen. Der Pilz ist daher eine echte Sphaeriacee. Er sitzt ganz oberflächlich auf der Blattunterseite. Das Gewebe sowohl des Hypostromas als auch der Perithecien ist schwarz-violettkohlig und besteht aus leeren, offenen, 5 bis 7 μ großen Parenchymzellen. Das Hypostroma sitzt ganz auf der Epidermis und füllt die Zwischenräume zwischen den sternförmigen Schuppenhaaren der Blattunterseite aus. Da indes jedem Pilzräschen auf der Blattoberseite ein brauner Fleck entspricht, so ist es sicher, daß sich der Pilz im Innern des Blattes in Form eines farblosen Mycels entwickeln muß, das die untere Epidermis durchsetzt und außen das kohlige Stroma entwickelt. In der Tat sieht man auch hyaline Hyphen, wenn auch nur spärlich im Blattgewebe unter den Pilzrasen. Zur Bildung eines eingewachsenen Stromas kommt es jedoch nicht.

Unter den Sphaeriaceen kommt nur die Gattung *Otthiella* in Betracht. Nimmt man das zwischen den dichtstehenden und angepreßten Schildhaaren befindliche Hypostroma als eingewachsen an — und im biologischen Sinne ist dies tatsächlich der Fall —, so kann der Pilz als *Otthiella* betrachtet werden. Sonst müßte er in eine neue Gattung gestellt werden.

Ich nenne ihn daher vorläufig *Otthiella paraguayensis* (Speg.) v. H.

(Syn.: *Lizonia? paraguayensis* Speg.; *Lizonia (Lizoniella) Perkinsiae* P. H.; *Nectria lizonioides* v. H.)

Lizonia (Lizoniella) Leguminis Rehm (Brotéria, 1906, V. Bd., p. 226). Der Pilz soll keine Paraphysen haben. Es sind jedoch zahlreiche fädige Paraphysen vorhanden. Derselbe hat ein etwa 24 bis 40 μ dickes, unter der Epidermis, stellenweise auch in dieser eingewachsenes, parenchymatisches Stroma, dessen Zellen dünnwandig, polyedrisch, braun und 8 bis 16 μ groß sind. Das Stroma ist unterbrochen ausgebreitet und bricht an vielen, dichtstehenden Stellen hervor, je ein oberflächliches Perithecium bildend; diese sind rasig dichtstehend, kugelig, glatt, zähllederig und schwarz, etwa 200 bis 250 μ groß. Die Perithecienmembran ist derb und großzellig-parenchymatisch.

Als *Melanopsamma* kann der Pilz wegen dem Stroma und da er hervorbricht, nicht angesehen werden. Obwohl die Perithecien nicht traubig gehäuft sind, wird derselbe doch am besten als *Otthiella* betrachtet und hat *Otthiella Leguminis* (Rehm) v. H. zu heißen.

Lizonia Lagerheimii Rehm (Hedwigia, 1896, 35. Bd., p. [149]) hat nach der Beschreibung und dem Originalexemplar in Rehm, Ascomyceten, Nr. 1193, zwar schwarze Perithecien, die Perithecienmembran ist jedoch weich, knorpelig-fleischig, aus braunen, knorpelig verdickten, flachen Parenchymzellen bestehend und etwa 40 μ dick. Paraphysen spärlich. Das Ostiolum ist typisch. Die Perithecien entwickeln sich aus einem farblosen Hyphengewebe unter der Epidermis und brechen meist in Reihen ganz hervor. An der Basis sind sie blaß.

Der Pilz dürfte kaum anderswo als bei der Gattung *Nectria* untergebracht werden können, von welcher er sich nicht wesentlich unterscheidet. Er hat daher *Nectria Lagerheimii* (Rehm) v. H. zu heißen.

Lizoniella fructigena Sydow (Annales mycol., 1907, V. Bd., p. 357) ist nach dem Originalexemplar eine ganz typische *Lisea*, von *Lisea Tibouchinae* Rehm nicht verschieden (Hedwigia, 1898, 37. Bd., p. 194). Dabei ist das für *Lisea* charakteristische *Fusarium*-Conidiumstadium gut entwickelt. Die *Fusa-*

rium-Sporen sind hyalin, schmal spindelförmig, gerade oder schwach bogig gekrümmt, zartwandig, beidendig scharf spitz, 4- bis 6zellig, 25 bis 48 = 3 μ. Die Perithecienmembran ist fleischig, 30 bis 40 μ dick, schmutzig dunkelblauviolett und nicht »olivaceo-fusca«.

Otthia gemmicola Rick. in Fungi Austro-Americani Nr. 168, später als *Lizoniella fructigena* Syd. bezeichnet, ist davon völlig verschieden. (Ann. mycol., 1908, VI. Bd., p. 106.) Hier ist ein Stroma vorhanden, das so wie die sehr dickwandigen, ledrig-kohligen Perithecien aus dunkelbraunen, 5 bis 8 μ großen, polyedrischen Zellen besteht. Mein Exemplar zeigt keine Asci und Sporen. Diese sind nach Rick's Beschreibung von jenen der *Lizoniella fructigena* ganz verschieden. Der Pilz könnte als *Otthia* oder *Otthiella* aufgefaßt werden.

Lizonia Johansonii Rehm (Österr. botan. Ztschr., 1904, 54. Bd., p. 86) ist am Originalexemplar nicht zu finden. Ist nach der Beschreibung eine eingewachsene, einfache Sphaeriacee, also jedenfalls keine *Lizonia*. Die Perithecien sollen hervorbrechend oberflächlich sein, allein die Blätter sind bereits ganz vermorscht und das Hervorbrechen der Perithecien offenbar nur ein scheinbares. Zu vergleichen wäre *Didymosphaeria Dryadis* (Fuck.) Berl. et Vogl. (Sacc., Syll. fung., IX, p. 733) mit ähnlichen Asci und Sporen, die aber gefärbt sind.

693. Schizacrospermum filiforme P. Henn.

Monsunia, I, 1899, p. 72, Taf. V, Fig. 17.

Die Untersuchung des Originalexemplares zeigte mir, daß unter der Epidermis der Blattscheiden von *Amomum* sp. teils einzeln stehend, teils in kleinen Gruppen, schwarze, kugelige, bereits ganz überreife und entleerte Perithecien eingewachsen sind, die einen einige Millimeter langen, dünnen, verbogenen, aus parallelen, dickwandigen Hyphen aufgebauten, schwarzen, feucht knorpelig zähen, trocken brüchigen Schnabel besitzen, der durch die Epidermis teils einzeln, teils zu 2 bis 8 gebüschelt hervorbricht. Der Schnabel ist zylindrisch und besitzt einen Kanal von kreisförmigem Querschnitt. In diesem Kanal findet man die durch starkes Verquellen der Paraphysen aus dem

Perithecium herausgepreßten, spindelig-keuligen, äußerst zartwandigen, bis 120 ≃ 13 μ großen Asci mit den blaßbräunlichen, septierten, fadenförmigen, parallelliegenden Sporen.

Hennings hat die Perithecien übersehen und die Schnäbel derselben als fadenförmige Perithecien beschrieben.

Der Pilz ist eine *Ophioceras* Sacc. (Syll. fung., 1883, II. Bd., p. 358). Der Typus der Gattung *Ophioceras* ist *O. dolichostomum* (B. et C.) Sacc. Derselbe hat nach Berlese, der das Originalexemplar prüfte (Icones fungor., 1900, II, p. 144, Taf. 168, Fig. 1), eingewachsene Perithecien. Der Hennings'sche Pilz unterscheidet sich von *Ophioceras* nur durch die blaßgefärbten Sporen, eine Differenz, die zu einer generischen Trennung nicht hinreicht.

Die Gattung *Schizacrospermum* muß völlig gestrichen und der Pilz *Ophioceras filiforme* (P. H.) v. H. genannt werden. Zu demselben gehört gewiß als Nebenfruchtform ein kleines *Graphium*, das sich in seiner Nähe befindet. Die Synnemata sind spulenförmig, oben und unten scheibig verbreitert, 160 bis 200 μ lang und in der Mitte 40 μ breit, opak, schwarz, aus parallelen, dünnen, braunen Hyphen aufgebaut. Die zu einem rundlichen Köpfchen schleimig verbundenen Conidien sind einzellig, hyalin, elliptisch-länglich, etwa 4 ≃ 2 μ.

694. Merilliopeltis Calami P. Henn.

Hedwigia, 1908, 47. Bd., p. 261.

Der eigentümliche Pilz wird vom Autor zu den Hysteriaceen gestellt. Sowohl die Gattungscharakteristik als die Artbeschreibung desselben ist fast in jedem einzelnen Punkte falsch. Der Pilz ist nach dem Originalexemplar eine einfache Sphaeriacee, die am meisten mit *Didymella* und *Metasphaeria* verwandt ist und durch das Wachstum in *Calamus*-Stämmen, deren Epidermis bekanntlich stark verkieselt ist, gewisse Anpassungen erlitt, die ihm ein ganz abweichendes Aussehen gaben.

An den vom Pilze befallenen Stellen der *Calamus*-Stämme sieht man zahlreiche, meist dichtstehende und häufig aneinanderstoßende, breitelliptische, flach schildförmig konvexe, glänzende

Pusteln, die mit einer schwarzen, ziemlich dicken, etwas erhabenen Grenzlinie versehen sind und in der Mitte einen schwarzen, meist länglichen oder strichförmigen Fleck zeigen. In jeder Pustel liegt eingewachsen ein flachgepreßtes Perithecium, das schließlich durch Abwurf des schildförmigen darüberliegenden Gewebestückes der Nährpflanze frei zutage liegt.

Der Querschnitt durch eine Pustel zeigt, daß die sehr feste und derbe (verkieselte?) Epidermis aus 70 bis 80 μ hohen und 8 bis 14 μ breiten, dickwandigen, prismatischen Palisadenzellen aufgebaut ist. Unter dieser Palisadenepidermis liegen etwa drei bis sechs Schichten von rundlichen, dickwandigen Parenchymzellen, unter welchen dann die erste Sclerenchymfaserschichte liegt. Inmitten der subepidermalen Parenchymzellschichte entstehen nun tangential liegende, teils zerstreut, meist aber dicht nebeneinander, flache, breit elliptische, dunkelbraune Hyphengewebsplatten, die etwa 1 bis 2 *mm* lang, 1 bis 1·5 *mm* breit und 100 bis 120 μ dick werden. In der Mitte jeder Platte wird ein etwa 500 bis 1000 μ langes, 100 μ dickes, ganz flachgedrücktes Perithecium angelegt, meist etwa drei Zellschichten tief unter der Epidermis. Das Pilzgewebe der Platten ist in der Mitte mehr plectenchymatisch-faserig, am Umfange, um das Perithecium herum, parenchymatisch; hier besteht es aus senkrechten Parallelreihen von Pseudoparenchymzellen. Durch das Wachstum des Pilzes wird die darüberliegende elliptische Partie der Gewebe der Nährpflanze etwas emporgehoben und gelockert; am Rande derselben entsteht ein elliptischer, von innen nach außen gehender Querriß, der schließlich die Epidermis ganz durchsetzt und durch den das braune Pilzgewebe radiär nach außen wächst, hier die elliptische schwarze Grenzlinie bildend, durch welche der Pilz außen scharf begrenzt wird. An dieser schwarzen Grenzlinie löst sich schließlich das über dem Pilze liegende Gewebe der Nährpflanze in Form einer elliptischen Platte ab, wodurch das Perithecium, das darunter liegt, freigelegt wird. Diese schließlich abgesprengte Platte ist außen flach schildförmig gewölbt, zum Beweise, daß in der Mitte, wo sich das Perithecium befindet, der Druck des Pilzes nach außen am stärksten ist. Hier in der Mittellinie dringt auch das braune Pilzgewebe nach außen vor, an der Oberfläche einen

schwarzen, kurzen oder längeren Strich bildend, der von Hennings für einen Öffnungsriß gehalten wurde.

Die Perithecienmembran ist undeutlich faserig aufgebaut und namentlich oberseits nur schwach entwickelt, weich, zarthäutig, fast fleischig. Die in der Mitte befindliche Mündungspapille ist flach, das Ostiolum ist rundlich, wenig scharf begrenzt und etwa 100 μ breit. Von oben gesehen, erscheinen die Asci radiär um das Ostiolum angeordnet.

Die Asci sind sehr zartwandig, fast zylindrisch, etwa 400 μ lang und 7 bis 8 μ breit. Sie zeigen am quer abgeschnittenen Ende eine zylindrische, etwa 6 μ hohe Schleimkappe. Zwischen den Asci liegen zahlreiche, etwa 1 μ breite verklebte Paraphysen. Die acht an beiden Enden lang und scharf zugespitzten Sporen sind hyalin, zartwandig, lang spindelförmig und zeigen einen homogenen, glänzenden Inhalt. Sie liegen im Ascus zweireihig und decken sich gegenseitig bis zur Mitte. Sie sind bis 88 = 4·5 bis 6 μ groß und stets nur zweizellig; durch Teilung des homogenen Inhalts sind sie jedoch öfter scheinbar mehrzellig.

Aus der gegebenen Beschreibung ist zu ersehen, daß der eigentümliche Pilz eine mit *Didymella* verwandte Sphaeriacee darstellt, welche an die anatomischen und mechanischen Eigentümlichkeiten des Nährsubstrates angepaßt ist. Diese Anpassung ist hier besonders vollkommen, wodurch der Pilz seine Besonderheiten erhält.

Auf harten, glatten, außen mit mehr minder verkieselten derben Epidermiszellen versehenen Stämmen von *Bambusa*, *Calamus* usw. tiefer eingewachsen auftretende Sphaeriaceen zeigen oft besondere Eigenheiten, die als Anpassungserscheinungen an die Beschaffenheit des Nährsubstrates zu deuten sind. So beispielsweise bei *Anthostomella (Astrocystis) mirabilis* (B. et Br.) v. H., *Leptosphaeria (Astrosphaeria) Trochus* (P. et S.) v. H. (Fragm. z. Myk., 1909, VI. Mitt., Nr. 225), *Venturia calospora* (Speg.) v. H., *Didymosphaeria scabrispora* v. H. und *Didymosphaeria rhytidosperma* Speg. (Fragm. z. Myk., 1909, IX. Mitt., Nr. 438).

Während bei den beiden ersten Arten die Perithecienmembran derb ist und die Perithecien die darüberliegenden Gewebe der Nährpflanze sternförmig spalten, haben die beiden

angeführten *Didymosphaeria*-Arten ganz weiche Gehäuse, die bleibend eingeschlossen sind. Ganz ähnliche Perithecien hat nun auch *Merilliopeltis*, wo aber noch ein eigentümliches Stroma vorhanden ist, das rings um die Perithecien durch einen elliptischen Riß durch die Epidermis hervorwächst und die Absprengung des über dem Perithecium liegenden elliptischen Gewebstückes der Nährpflanze ermöglicht. Hierdurch unterscheidet sich *Merilliopeltis* von *Didymella*, der sie offenbar nahe verwandt ist. Dazu kommt noch die Sporenform als weniger wichtiger Unterschied.

Eine zweite, *Merilliopeltis* ebenfalls nahestehende Gattung ist *Pemphidium* Montagne (Ann. scienc. nat., II. Sér., Tome XIV, Botanique, 1840, p. 329, Taf. XIX, Fig. 10, *m* bis *q*). Diese Gattung wurde in Saccardo, Syll. fung., 1883, II. Bd., p. 670, in eine eigene Sektion *(Closterosporae)* der Microthyriaceen gestellt, ist aber nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Montagne in Paris eine mit *Physalospora* nahe verwandte Sphaeriacee.

Pemphidium ist im Wesentlichen eine an das harte und verkieselte Substrat angepaßte *Physalospora* mit lang-spindelförmigen Sporen. Die Epidermis der Blattstiele der *Maximiliania regia*, auf denen der Pilz wächst, hat derbwandige, tafelförmige, etwa 12 bis 18 μ dicke Epidermiszellen, unter welchen vier Parenchymzellagen folgen, die auf einer Sclerenchymfaserschichte sitzen. Die stark zusammengepreßten, zarthäutigen, rundlich-elliptischen Perithecien sitzen auf der Faserschichte direkt auf und sind seitlich ringsum von einem schwarzbraunen, parenchymatischen, stromaartigen Gewebe umgeben, während das Gewebe über denselben clypeusartig geschwärzt ist. In der Mitte des Clypeus sitzt eine kleine Papille, durch welche der Sporenaustritt stattfindet. Ein Abwurf des Clypeus findet hier also nicht statt. Die Asci sind schmal keulig, etwa 300 ≃ 6 bis 8 μ groß, oben verschmälert und abgestutzt. Paraphysen zartfädig und verklebt. Die zweireihig liegenden, hyalinen, zartwandigen Sporen sind lang-spindelförmig, an den Enden spitz, aber nicht ausgezogen zugespitzt, stets einzellig und meist 60 ≃ 5 μ groß. Man sieht, daß sich der Pilz von *Physalospora* nur durch den Clypeus, die stark zusammen-

gepreßten Perithecien und die spindelförmigen Sporen unterscheidet. Er stellt offenbar eine Anpassungsform von *Physalospora* an das harte Substrat dar.

Die Ähnlichkeit von *Pemphidium* mit *Merilliopeltis* ist in die Augen springend, indessen sind die Anpassungserscheinungen bei letzterer Gattung viel weitergehend, entsprechend dem härteren Substrate.

Merilliopeltis kann als gute Gattung aufrecht erhalten bleiben, während *Pemphidium* nur als schwaches Genus gelten kann.

695. Epheliopsis Turnerae P. Henn.

Hedwigia, 1908, 47. Bd., p. 270.

Soll eine Sphaeropsidee sein, ist jedoch nach dem Orignalexemplar eine typische *Eutypa*, deren Asci übersehen wurden. Der Pilz ist identisch mit *Eutypa Turnerae* Tassi 1899 (Sacc., Syll. fung., XVI, p. 425) und wäre mit *Eutypella radulans* (Berk. et Curt) Berl. (Icones fung., III. Bd., p. 75, Taf. 92, Fig. 2) zu vergleichen.

Das Stroma ist innen korkig und feucht leicht schneidbar. Außen zeigt sich eine harte, opake, schwarzbraune, 30 bis 40 μ dicke Kruste, die aus 8 bis 10 μ großen Parenchymzellen besteht. Das dunkelbraune Hyphengewebe dringt bis in die Markzellen, welche mit 3 bis 4 μ breiten, dünnwandigen Hyphen ausgefüllt sind. Auch die Markstrahlzellen sowie viele Gefäße und ein Teil des Holzparenchyms sind mit diesem Hyphengewebe ausgefüllt. Dasselbe dringt in Form von dicken Platten, den Holzkörper sprengend, nach außen, durchsetzt das ganze Rindengewebe, die Elemente desselben voneinander trennend und im Stromagewebe einschließend. Unmittelbar außerhalb des Holzkörpers ist das Stromagewebe dünnwandig-großzellig, weiter nach außen wechseln radiär gestellte Platten von stark radial gestreckten Zellen mit anderen kurzzellig-parenchymatischen ab. Die urnenförmigen, in einer Lage unter der Oberfläche dichtgestellten, großen Perithecien sitzen in einem Gewebe, das aus stark radial gestreckten Elementen besteht. Die Perithecien sind etwa 700 bis 800 μ hoch und 500 μ breit, zeigen oben einen dünnen Mündungskanal, der in einem kegelförmigen, drei- bis fünfmal tief längsgefurchten Schnabel endigt.

Das Lumen der Perithecien ist mit einer bis 40 μ dicken hyalinen Schichte von zusammengepreßten Hyphen ausgekleidet. Über den Perithecien ist das Stromagewebe parenchymatisch. Paraphysen fehlen. Die sehr zahlreichen, sehr zartwandigen Asci stehen vielreihig übereinander, sind achtsporig, keulig-spindelig, etwa 26 bis 32 ≃ 6 bis 7 μ groß. F. Tassi's Angabe, daß die Asci 80 bis 100 ≃ 10 bis 12 μ groß sind, ist falsch, was schon aus dem Verhältnisse der Größe derselben zu den Sporen hervorgeht. Die Sporen stehen zweireihig, sind allantoid, blaßbräunlich, 6 bis 12 ≃ 2 μ, schwach gekrümmt, in Massen gelbbraun.

Die Gattung *Epheliopsis* muß ganz gestrichen werden.

696. Cryptosporella (Cryptosporina) Macrozamiae P. Henn.

Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. (64). — Rehm, Ascomyceten, Nr. 1483.

Cryptosporina P. Henn. (non v. Höhnel in Österr. bot. Zeitschrift, 1905, 55. Bd., p. 54) kann nicht als Subgenus von *Cryptosporella* betrachtet werden, sondern ist eine eigentümliche Dothideacee, die einen Übergang zu den Sphäriaceen darstellt und am nächsten mit *Botryosphaeria* verwandt ist. Letztere Gattung muß zu den Dothideaceen gestellt werden (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt., Nr. 311).

Als *Trabutia*, wohin Rehm den Pilz stellen möchte (Hedwigia, 1903, 52. Bd., p. [291]), kann derselbe nicht angesehen werden, denn *Trabutia* ist eine *Phyllachora* mit dünnem Stroma, das sich über der Epidermis unter der Cuticula entwickelt (siehe diese Fragmente, 1909, VIII. Mitt., Nr. 360), während *Cryptosporina Macrozamiae* (P. H.) Stromata hat, die sich unter der Epidermis und öfter noch eine Zellschicht tiefer entwickeln und das darüberliegende Gewebe durch einen Spalt zerreißen. Die Stromata treten aber durch diesen Spalt in der Epidermis nicht hervor, sondern werden nur oben wenig entblößt. Hiedurch sowie durch die zahlreichen, gut entwickelten, langen, stark verschleimenden, typischen Paraphysen unterscheidet sich *Cryptosporina* wesentlich von *Botryosphaeria*, welche keine typischen Paraphysen besitzt (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt., Nr. 311). Ein fernerer Unterschied liegt in der Form

der Asci, welche bei den typischen *Botryosphaeria*-Arten breit, keulig und fast sitzend sind, während sie bei *Cryptosporina* (entgegen der falschen Angabe bei Hennings l. c.) einen bis über 100 μ langen und 1·5 bis 2 μ dicken Stiel besitzen. Der eigentliche Ascus (p. sporif.) ist 2- bis 8sporig, keulig, oben breiter und abgestumpft oder abgerundet, nach unten allmählich in den dünnen Stiel verschmälert. Die 8sporigen Asci sind ohne Stiel bis über 80 = 17 μ groß, die anderen oft viel kleiner. Trotz dieser wesentlichen Unterschiede ist es aber doch sicher, daß *Cryptosporina* mit *Botryosphaeria* zunächst verwandt ist. Dies zeigt sich auch darin, daß der Pilz, so wie das bei *Botryosphaeria* auch vorkommt (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt., Nr. 311; 1910, XII. Mitt., Nr. 622), in zwei Formen auftritt, die scheinbar weit voneinander verschieden und nur durch spärliche Übergänge miteinander verbunden sind, nämlich mit Stromaten, die perithecienähnlich sind und nur einen Loculus enthalten, und anders gebauten, die mehrere führen. Die ersteren treten vornehmlich auf beiden Seiten der Blattfiedern auf, sind ellipsoidisch-flachkugelig, etwa 500 μ breit und 300 bis 350 μ dick. Der einzige Loculus ist nach obenhin breit-papillenartig verschmälert und ringsum von einer fast gleichmäßig 80 bis 120 μ dicken Stromagewebsschicht umgeben, die eine dicke Perithecienmembran vortäuscht. Dieses Stromagewebe zeigt außen eine dünne, opake, schwarze Schichte und besteht aus 8 bis 16 μ großen, braunwandigen Parenchymzellen, die eine hyaline, derbe Verdickungsschicht aufweisen. Oben zeigt sich eine opakschwarze Decke, die nach unten allmählich in das beschriebene Stromagewebe übergeht. Ein Ostiolum mit Paraphysen ist nicht nachzuweisen, die Öffnung des Loculus muß daher durch Ausbröckeln des mittleren Teiles der Stromadecke stattfinden, was jedoch nicht beobachtet werden konnte, da der Pilz nicht ganz reif ist.

Die gleichen Stromata kommen auch auf den Blattspindeln vor, daneben treten hier aber auch größere, bis 5 *mm* lange und fast 2 *mm* breite auf, die zahlreiche, oft zu zwei bis mehreren miteinander verschmelzende Loculi aufweisen und einen anderen Bau besitzen, so daß man einen ganz anderen Pilz zu sehen meinen könnte. Bei diesen Stromaten ist das Stromagewebe

oben in Form einer kohligen, opaken, etwa 60 μ dicken Decke entwickelt, während es zwischen den Loculi nur stellenweise in Form eines dünnwandigen, braunen Parenchyms auftritt, dessen Zellen in senkrechten Reihen stehen. Unter den Loculi fehlt es völlig. Diese haben meist nur eine ganz dünne, zartfaserige, hyaline Wandung, sind oft unregelmäßig gestaltet und verschmelzen vielfach miteinander. Hingegen zeigen sie oben eine 60 μ breite und hohe vorragende Mündungspapille.

Der Nucleus zeigt zahlreiche, oben wenig verzweigte, fadenförmige, stark verschleimende, lange Paraphysen. Der oben erwähnte lange Stiel der Asci entwickelt sich erst spät. Unreife Asci sind sitzend. Die hyalinen einzelligen Sporen zeigen außen eine Schleimhülle, sind elliptisch und etwa 20 bis 26 ≈ 10 μ groß. Kugelige oder eiförmige Sporen, wie sie Hennings angibt, sah ich nicht.

Ich halte *Cryptosporina* P. H. für eine eigene, mit *Botryosphaeria* zunächst verwandte Dothideaceengattung, die folgenderweise charakterisiert werden kann:

Cryptosporina (P. H.), char. emend. v. Höhnel.

Stromata unter der Epidermis oder tiefer eingewachsen, die Epidermis spaltend, aber nicht hervorbrechend, braun bis kohlig-parenchymatisch, mit einem Loculus und dann perithecienähnlich oder mit vielen Loculi und dann botryosphaeriaartig. Paraphysen typisch, fadenförmig, lang. Asci lang und dünngestielt, mit bis 8 hyalinen, einzelligen, länglichen Sporen.

697. Puttemansiella Desmodii P. Henn.

Hedwigia, 1909, 48. Bd., p. 10.

Der im September 1908 publizierte Pilz wird vom Autor als Sphäriacee betrachtet. Nach der Gattungsbeschreibung wäre nicht einzusehen, wodurch sich *Puttemansiella* von *Rosellinia* oder *Sphaeroderma* unterscheiden soll.

Die Untersuchung des Originalexemplares ergab, daß sich an demselben keine der Beschreibung entsprechende Sphäriacee vorfindet. Hingegen ist dasselbe ein Zweigstück, das außen noch die Epidermis mit einer darunter befindlichen Periderm-

schicht aufweist, ziemlich reichlich mit unter der Epidermis eingewachsenen, dunkelbraunen, weichen, parenchymatischen, dünnen Stromaten bedeckt, welche hervorbrechen und zahlreiche gelbbraune, dick-polsterförmige, meist dichtstehende und oft zusammenfließende Fruchtkörper eines Discomyceten tragen. Dieser ist es jedenfalls, den Hennings als *Puttemansiella* ganz falsch beschrieb. Er ist so schlecht entwickelt, teils, wie es scheint, überreif, meist aber unreif vertrocknet, daß er sich nicht genügend genau beschreiben läßt. Nach allem, was festzustellen ist, wird es sich um eine *Dermatea* handeln.

Darnach muß die Gattung *Puttemansiella* bis auf weiteres ganz gestrichen werden.

698. Cicinnobella parodiellicola P. Henn.

Hedwigia, 1904, 43. Bd., p. 396, c. Icon.

Der Pilz ist falsch beschrieben und abgebildet. Er sitzt nicht auf einer *Parodiella*, sondern auf einer Capnodiacee, die ganz unreif ist und vielleicht zur Gattung *Perisporina* (diese Fragmente, 1910, XII. Mitt., Nr. 609) gehört.

Die auf den braunen Hyphen der Capnodiacee spärlich sitzenden Pycniden sind kugelig, weichfleischig-häutig, 50 bis 100 μ breit, blaßbräunlich; sie zeigen oben einen 25 μ breiten, 12 μ hohen, aus etwas größeren Zellen bestehenden Discus mit dem Ostiolium. Die Pycnidenmembran ist aus fast hyalinen, dickwandigen, 3 bis 4 μ breiten Zellen zusammengesetzt. Am Rande des Discus stehen meist 2 bis 3 aufrechte, hyaline, einzellige, dickwandige, steife, stumpfliche, 30 bis 50 = 3 μ große Borsten. Manchmal zeigen sich auch tiefer unten einige ähnliche Borsten. Basalhyphen wurden nicht beobachtet. Die Conidien sind einzeln hyalin, in Haufen sehr blaßbräunlich, einzellig, elliptisch-länglich, an den Enden abgerundet, gerade, 5 bis 10 = 2 μ. Der Pilz muß wegen seiner fleischigen Beschaffenheit als Nectrioidee, etwa als eine mit Borsten versehene *Zythia*, betrachtet werden. Die Gattung *Cicinnobella* kann aufrecht erhalten bleiben, doch ist der gewählte Name irreführend, da sie mit dem in Hyphen eingewachsenen *Cicinnobolus* keine nähere Verwandtschaft hat. Auch der Speziesname ist unpassend.

699. Colletotrichum (Colletotrichopsis) vinosum P. Henn. Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 176.

Soll sich von *Colletotrichum* durch die schwarzviolette oder weinrote Färbung der Fruchtkörper sowie durch sehr große, violette Conidien unterscheiden.

Der Name *Colletotrichopsis* wurde schon 1904 von Bubák (Österr. botan. Zeitschrift, 54. Bd., p. 184) gebraucht.

Der Hennings'sche Pilz ist nach dem Originalexemplar eine *Vermicularia*, die wahrscheinlich identisch ist mit *Colletotrichum macrosporum* Sacc. (Syll. Fung., XIV, p. 1017), das 1896 publiziert wurde. Auch *Vermicularia Liliacearum* (West.) var. *brasiliensis* Sacc. (1896, Syll. Fung., XIV, p. 909) könnte nur eine Form davon sein. *Colletotrichum roseolum* P. Henn. (Hedwigia, 1905, 44. Bd., p. 176), das auf denselben Bulben von *Stanhopea oculata* auftritt, auf denen das *Colletotrichopsis* wächst, ist wahrscheinlich nur eine Form desselben Pilzes, der sehr variabel ist. Zu vergleichen wären auch *Colletotrichum Vanillae* Scalia (Sacc., Syll. Fung., XVIII. Bd., p. 467) und *Vermicularia Vanillae* Delacroix (Bullet. Soc. Mycol. France, 1893, IX. Bd., p. 186, Taf. XII, Fig. 2).

Die Untersuchung des Originalexemplares von *Colletotrichum (Colletotrichopsis) vinosum* zeigte mir, daß der Pilz an dunkler verfärbten, ausgebreiteten, allmählich verlaufenden Flecken auftritt. An diesen Stellen zeigen sich die dickwandigen Epidermiszellen ganz erfüllt mit plectenchymatisch verflochtenen breiten, violetten Hyphen, welche auch in das darunterliegende Parenchym eindringen und hier locker und frei verlaufen. Wo dieses eingewachsene Hyphengewebe stärker entwickelt ist, bricht dasselbe hervor durch Abheben der dicken Cuticularschichten der Epidermiszellen und bildet halbkugelige, aus violetten, polyedrischen, 4 bis 5 μ breiten Parenchymzellen bestehende, oberflächlich stehende, bis etwa 400 μ breite Gewebepolster, welche mit radiär angeordneten, dicht stehenden, meist einfachen, oben abgerundeten, 50 bis 100 = 6 bis 8 μ großen Sporenträgern besetzt sind, die aus 7 bis 10 μ langen Zellen bestehen, unten violett gefärbt sind und nach obenhin hyalin werden. Diese Sporenträger bilden oben ohne Sterigmen nacheinander einige einzellige, hyaline, selten violette, längliche bis

zylindrische Conidien aus, deren Größe sehr wechselt (14 bis 26 = 6 bis 8 μ). Diese Conidien sind eigentlich hyalin. Die violetten sind durch den aus dem Gewebe des Pilzes diffundierten Farbstoff gefärbt. Von den durch Hervorbrechen aus der Epidermis entstandenen Fruchtkörpern wachsen der Cuticula fest anliegende Hyphen aus, welche die Epidermis in Form einer lockeren, einfachen Lage überziehen und stellenweise kleinere Fruchtkörper bilden, die ganz oberflächlich stehen und mit den eingewachsenen violetten Hyphen, die darunterliegen, in keiner Verbindung stehen. Zwischen den Sporenträgern stehen zahlreiche violette bis schwarze, meist spitze Borsten, die bald nur 50 bis 60 μ, bald bis 280 μ lang werden und meist 4 bis 6 μ dick sind. Sie sind an verschiedenen Fruchtkörpern sehr verschieden entwickelt und ist daher auf die bei den oben angeführten Pilzen angegebenen Unterschiede derselben gar kein Gewicht zu legen, ebensowenig wie auf die Sporengröße, die sehr variabel ist.

Aus dieser Darstellung ersieht man, daß der Pilz eine typische *Vermicularia* im heutigen Sinne von Fuckel, Saccardo und Fries pro parte ist.

Die Formgattung *Vermicularia* wird gegenwärtig nach Saccardo's Vorgang ganz allgemein zu den Sphäropsideen gerechnet. Allein schon Fuckel (Symbolae mycol., 1869, p. 374) beschreibt sie als Tuberculariee. In der Tat müssen die heute als typische Arten der Gattung *Vermicularia* geltenden Formen zu den *Tuberculariceae dematieae* gestellt werden. Es muß weiteren Untersuchungen überlassen werden, festzustellen, welche Formen aus der Gattung auszuscheiden sind.

700. Isariella Auerswaldiae P. Henn.

Hedwigia, 1909, 48. Bd., p. 19.

Der eigentlich im September 1908 publizierte Pilz wäre nach dem Gattungsnamen *Isariella* und seiner Beschreibung zufolge eine Hyalostilbee. Indessen wird er l. c. zu den Tuberculariceen gerechnet.

Tatsächlich ist er nach dem Originalexemplar aus dem Herbar Berlin gar keine Nebenfruchtform, sondern besteht aus sterilen, einem Nectriaceenstroma aufsitzenden, zottenartig verwachsenen Haarbüscheln.

Die Gattung *Isariella* muß daher ganz gestrichen werden. Der tatsächliche Sachverhalt ist nach dem Originalexemplar folgender: Dasselbe besteht aus zwei Laurineenblättern, die mit den charakteristischen, aber noch ganz unreifen Stromaten von *Auerswaldia Puttemansii* P. Henn. (Hedwigia, 41. Bd., 1902, p. 111) besetzt sind. Diese Art kann, wie ich schon (Fragmente zur Mykologie, 1909, IX. Mitt., Nr. 444) vermutungsweise angegeben habe, als echte *Auerswaldia* sens. strict. angesehen werden, vorausgesetzt, daß Hennings' Angaben über die Sporen richtig sind. Die Entstehungsweise, die äußere Beschaffenheit, der mikroskopische Bau des Stromagewebes, das Nährsubstrat und nach Hennings' Angaben auch die Ascussporen von *Auerswaldia Puttemansii* bekunden eine mit *Phaeodomus Lauraceaeum* v. H. (Fragmente zur Mykologie, 1909, IX. Mitt., Nr. 460) so weitgehende Übereinstimmung, daß nicht daran gezweifelt werden kann, daß *Phaeodomus* als Nebenfrucht zur *Auerswaldia* gehört.

Die unreifen Stromata der *Auerswaldia Puttemansii* sind nun von zwei Nectriaceen infiziert und durch deren eingewachsenes Gewebe zum Teile zerstört. Die eine dieser Nectriaceen hat crêmegelbe, ziemlich große, freie, kahle Perithecien und große, hyaline, spindelförmige, mehrzellige Ascussporen. Sie kann als *Calonectria* oder *Puttemansia* (= *Scoleconectria* Seav.) aufgefaßt werden, je nachdem man ein Stroma annimmt oder nicht. Indessen ist der Pilz schlecht entwickelt und nicht ausgereift und daher seine Stellung nicht ganz sicher anzugeben. Zu ihm dürften die von Hennings als *Isariella* beschriebenen zottenartigen Hyphenbüschel gehören, welche auf dem blassen Stromagewebe desselben, nicht aber auf den Perithecien selbst sitzen. Irgendwelche Sporenbildung ist an diesen Hyphenzotten nicht wahrzunehmen.

Die andere auf der *Auerswaldia* schmarotzende Nectriacee ist auch nicht ganz reif, zeigt ebenfalls gelblich-weiße, kleine, fast stromatisch verwachsene Perithecien und dürfte eine *Nectria* (*Creonectria*) sein. Zu ihr wird eine auf den *Auerswaldia*-Stromaten häufig auftretende Nebenfruchtform gehören, eine kleine Tuberculariee, mit spindelförmigen, beidendig scharfspitzen, hyalinen, 1- bis 2zelligen, 16 bis 20 × 4 bis 5 μ

großen Conidien, die einzeln auf langen, einfachen, dicht parallel stehenden Trägern sitzen.

Diese Tuberculariee entspricht ganz gut der Gattung *Patouillardiella* Speg. und es ist interessant, daß eine ganz ähnliche Form in Japan in den Stromaten von *Coccochorella quercicola* (P. H.) v. H. (= *Auerswaldia quercicola* P. Henn.) parasitiert. Sie wurde von Hennings für eine Nebenfruchtform der *Coccochorella* gehalten und als neue Formgattung (*Auerswaldiopsis*) betrachtet (siehe diese Fragmente, 1910, X. Mitt., Nr. 500). Da die besprochenen, auf der *Auerswaldia* schmarotzenden Pilzformen, die wahrscheinlich noch unbeschrieben sind, nur kümmerlich entwickelt und meist unreif sind, verzichte ich auf ihre nähere Beschreibung, da erfahrungsgemäß schlechten Exemplaren entnommene Beschreibungen falsch sind.

701. Zur Biologie der Gattungen Septobasidium, Mohortia und Ordonia.

In diesen Sitzungsberichten, 1907, 116. Bd., p. 740, habe ich angegeben, daß die *Septobasidium*-Arten nicht als Pflanzenschmarotzer angesehen werden können, da ein Eindringen der Hyphen derselben in das pflanzliche Substrat nicht konstatiert werden kann, daß man hingegen unter dem Thallus aller (11) untersuchten Arten stets Schildläuse findet, auf denen sie leben, sei es parasitisch, sei es saprophytisch.

Später tauchten mir Zweifel an der Richtigkeit dieser Auffassung auf, insbesondere da Raciborski, der die Septobasidien Javas genau studiert hat, von Schildläusen bei denselben nichts erwähnt (Bullet. Acad. scienc. Cracovie, 1909, p. 361).

Ich habe nun seither eine Anzahl der von Raciborski auf Java gesammelten, zum Teile neuen Arten in Originalexemplaren untersuchen können und gefunden, daß bei sämtlichen in der Tat Schildläuse unter dem Thallus vorkommen, ferner, daß diese Schildläuse dicht mit den Pilzhyphen bewachsen waren und schließlich ganz zerstört werden. Ferner zeigte sich bei *Ordonia orthobasidion*, daß das Wachstum des Pilzes augenscheinlich von den Schildläusen ausgeht und sich von diesen aus das Pilzgewebe auf die Oberfläche der Pflanze begibt. Die geprüften Arten waren: *Septobasidium frustulosum* (B. et Br.) Pat.,

S. Mompa Rac., *S. Cinchonae* Rac., *S. humile* Rac., *S. rubiginosum* Pat. und *Ordonia orthobasidion* Rac.

Die Schildläuse werden durch den Pilz schließlich ganz zerstört und in eine krümelige, ovale Masse umgewandelt, die dicht von Hyphen durchsetzt ist. An alten, überreifen Exemplaren von *Septobasidium* ist daher der Nachweis der Schildläuse schwierig. So fand ich an dem überreifen Originalexemplar von *Septobasidium stereoides* (P. H.) v. H. et L. (= *Stereum septobasidioides* P. Henn.) nur mehr ganz zerstörte Schildläuse, die nicht mehr sicher als solche zu erkennen waren. Eine sehr erwünschte Bestätigung der bis dahin festgestellten Tatsachen wurde mir geboten durch O. Jaap's Fund eines Pilzes auf Zweigen von *Salix nigricans* Sm. bei Grindelwald in der Schweiz, an welchem Jaap selbst schon sah, daß er auf einer Schildlaus (*Chionaspis salicis* [L.] Sign.) parasitiert. Ich erkannte diesen Pilz als eine unreife *Mohortia*, die von *M. Carestiana* (Bres.) v. H. anscheinend (durch die Beschaffenheit der Hyphen) verschieden ist. Doch kann die Frage, ob es sich um eine neue Art handelt, an dem unreifen Material nicht entschieden werden. Der Pilz ist in Otto Jaap, Fung. sel. exs. Nr. 486, vorläufig als *Mohortia Carestiana* (Bres.) v. H. ausgegeben. Hier kann man deutlich sehen, daß der Pilz nur die Schildläuse befällt. Diese zeigen am Rücken zuerst einige braune Hyphen, die dann zu einer filzigen, braunen Decke werden, welche über den Rand der Tiere hinauswächst und dem Periderm der Zweige anliegt; später verschmelzen die auf den einzelnen Schildläusen entstehenden Decken miteinander und umgeben schließlich den ganzen Zweig in Form eines filziges Überzuges.

Es ist daher kein Zweifel, daß diese *Mohortia*-Art ein Schildlausschmarotzer ist, und kann dies nun mit Sicherheit von allen Septobasidien angenommen werden.

702. Über Gloeopeniophora incarnata und Radulum laetum.

Man findet mehrfach die Angabe, daß diese zwei Pilze nur Formen derselben Art sind.

So gibt Quélet (Flore mycologique de la France, 1888, p. 437) an, daß *Radulum laetum* ein Lusus von *Corticium incarnatum* ist.

Brinkmann sagt in seiner Mitteilung über die Veränderlichkeit der Thelephoreenarten (Botanische Zeitung, 1909, p. 229), die viele gute Beobachtungen enthält, daß die genannten beiden Pilze auch mikroskopisch sich völlig gleichen, so daß die *Radulum*-Form nur als eine forma *odontioidea* der *Gloeopeniophora incarnata* angesehen werden kann.

Alle diese Angaben sind aber unrichtig. Es geht dies schon aus einigen leicht feststellbaren Tatsachen hervor.

1. *Gloeopeniophora incarnata* wächst auf beliebigen Laubhölzern, ja auch auf Nadelhölzern, auf Holz und Rinde, stets oberflächlich, nie unter dem Periderm das Hymenium ausbildend (unterrindig); sie ist in der Färbung deutlich von der des *Radulum laetum* verschieden und verbleicht trocken auch bei jahrelanger Aufbewahrung niemals ockergelblich, sondern behält trocken dauernd einen rötlichen Farbenton. Sie bildet niemals zapfenartige Vorsprünge aus.

2. *Radulum laetum* wächst nur auf *Carpinus Betulus*-Zweigen, entwickelt das Hymenium stets unter dem Periderm, bildet stets mehr oder minder deutliche *Radulum*-Zapfen aus, die rötliche Farbe verbleicht trocken bald ockergelblich und ist von der der *Gloeopeniophora* verschieden.

Im Wienerwald ist *Radulum laetum* häufig und stets nur auf *Carpinus*-Zweigen zu finden. Die in meiner Sammlung befindlichen Exemplare des Pilzes von Kmet, Letendre, Thümen, Sydow, Brinkmann, Fautrey, Desmazières und Krieger zeigen sämtlich *Carpinus* als Nährsubstrat.

Die bei Persoon und Fries befindlichen Angaben, daß *Radulum laetum* auch auf *Fagus* und *Quercus* auftritt, beruhen teils auf falscher Nährpflanzenbestimmung, teils auf Verwechslung mit anderen *Radulum*-Arten.

So wächst nach Bresadola (Hymenomyc. hung. Kmetiani, p. 40 [104]) *Sistotrema glossoides* Pers. = *Radulum laetum* Fr. nach dem Originalexemplar nicht auf *Quercus*, wie Persoon angibt, sondern auf *Carpinus*.

Auch das von Eichler in Rußland gesammelte Exemplar wuchs nach Bresadola (Ann. mycol., I, p. 89) auf *Carpinus*.

Die in neueren Floren (Schröter, Herter) gemachten Angaben beruhen offenbar auf Fries und Persoon.

Schon diese für mich feststehende Tatsache, daß *Radulum lactum* ein unterrindiger, nur auf *Carpinus* auftretender Pilz ist, beweist, daß er von *Gloeopeniophora incarnata* völlig verschieden ist.

Aber auch mikroskopisch sind beide Pilze sicher voneinander verschieden. Die Sporen beider sind zwar gleichgestaltet, jedoch hat das *Radulum* deutlich um etwa 2 μ längere Sporen. Hingegen sind die Cystiden beider Pilze ganz verschieden. Bei *Gloeopeniophora* sind die gut entwickelten Cystiden sehr dickwandig, unten etwas bauchig und bis 14 μ breit und mit eiförmig-kurzkegeligem Lumen. Oben sind sie kegelig und ohne Lumen. Die Cystiden sind ferner meist sehr reichlich, oft dicht nebeneinander stehend und meist ganz eingesenkt.

Bei *Radulum lactum* sind die Cystiden stets spärlich, meist vorragend und etwas unregelmäßig verbogen, zylindrisch, etwa 5 bis 6 μ breit. Sie sind nicht sehr dickwandig und läßt sich das Lumen meist bis zur Spitze derselben verfolgen. Auch bei den Basidien und Gloeocystiden finden sich zwischen den beiden Pilzen Unterschiede, die jedoch weniger auffallend sind.

Aus allem Gesagten geht hervor, daß die genannten zwei Pilze voneinander völlig verschieden sind.

Noch sei bemerkt, daß in ähnlicher Weise auch *Irpex fuscoviolaceus* mit *Polystictus abietinus* oft zusammengeworfen wird (Quélet, Saccardo, Herpell), obwohl beide sicher verschieden sind, wie schon Fries bestimmt sagt.

703. Über Polyporus Ptychogaster Ludwig.

F. Ludwig hat schon im Jahre 1880 (Zeitschr. f. d. gesamt. Naturwissensch., Berlin 1880, 53. Bd., p. 424, Taf. 13 u. 14) den sicheren Nachweis geliefert, daß *Ptychogaster albus* Corda eine Conidienform ist, die zu einem *Polyporus* gehört, der sich seiner Ansicht nach nur selten durch die normale Fruktifikation, in der Regel durch die *Ptychogaster*-Form fortgepflanzt und den er für neu hielt und als *Polyporus Ptychogaster* bezeichnete. Eine Beschreibung dieses *Polyporus* hat Ludwig nicht gegeben; es war daher bis heute nicht

möglich, festzustellen, ob derselbe nicht mit einer bereits bekannten Art identisch ist.

Otto Jaap sandte mir nun kürzlich einen ihm unbekannten Pilz, den er im Sachsenwalde auf *Picea excelsa* wachsend im Jahre 1909 gesammelt hatte und der ebenso wie Ludwig's Pilz sowohl die *Polyporus*- als auch die *Ptychogaster*-Form aufwies. An diesen Exemplaren stellte ich fest, daß die letztere Form aus dem weißen Hutfleisch des *Polyporus* entsteht. Das Hutfleisch ist mächtig, meist knollenförmig angeschwollen, weil die Hyphen desselben durch seitliche Sprossung eine große Menge von meist elliptischen, derbwandigen, etwa 5 bis 7 μ langen, hyalinen Conidien bilden, wodurch das Gewebe sehr gelockert wird und stark anschwillt.

Meine Vermutung, daß der Jaap'sche Pilz der *Polyporus Ptychogaster* sein werde, wurde mir in dankenswerter Weise durch Herrn F. Ludwig bestätigt, dem ich den Pilz gesandt hatte.

Die genaue Prüfung zeigte mir nun, daß die *Polyporus*-Form identisch mit dem auf Nadelholz sehr gewöhnlichen *Polyporus albidus* Trog ist, der schon von Schaeffer (Fungorum Bavariae etc., 1763, II. Bd., Taf. 124), indes ohne Namen in gut kenntlicher Weise abgebildet wurde. Die Annahme Quélet's (Flore mycol. France, 1888, p. 404), daß Schaeffer's Taf. 124 den *Polyporus osseus* Kalchbr. darstellt, ist jedenfalls falsch. *Polyporus albidus* ist, wie schon Fries (Hymenomyc. europ., 1874, p. 567) bemerkt (»Nulla forma constans«) und ebenso Bresadola (Annal. mycol., 1903, I. Bd., p. 74) angibt, in der Form äußerst variabel.

Es ist daher *Polyporus Ptychogaster* Ludw. = *P. albidus* Trog. Dieser mein Befund wurde in erfreulicher Weise dadurch bestätigt, daß das in W. Brinkmann, Westfälische Pilze Nr. 141, ausgegebene Exemplar von *Polyporus albidus*, das im wesentlichen ganz normal entwickelt und zweifellos richtig bestimmt ist, stellenweise die *Ptychogaster*-Conidienbildung zeigt, die sich von jener des Jaap'schen Pilzes mikroskopisch nicht unterscheidet. Die betreffenden Stellen finden sich meist an den Ansatzstellen der Hüte und fallen durch die blaßgelblich-pulverige Beschaffenheit auf.

704. Über Epichloë sclerotica Patouill.

Der im Journal de Botanique, 1890, Bd. IV, p. 65, Fig. 8, beschriebene Pilz wurde von Hennings zu *Ophiodothis* gestellt (Ann. k. k. Naturhist. Hofmuseums, Wien 1900, XV. Bd., p. 2). Die Untersuchung zweier von H. Sydow erhaltenen Exemplare aus Indien (leg. E. Butler 1904 auf *Andropogon Schoenanthus* und leg. W. Mac Rae 1909 auf *Andropogon Nardus*), die wahrscheinlichst richtig bestimmt sind, zeigte mir in der Tat, daß der Pilz zu *Ophiodothis* Sacc. 1883 gehört; da aber damit *Balansia* Speg. 1880 synonym ist, muß der Pilz *Balansia sclerotica* (Pat.) v. H. genannt werden.

Der Pilz befällt Knospen, die aus etwa 5 zweizeilig angeordneten Blättern bestehen. Das farblose, dicht plectenchymatische Stromagewebe füllt die Räume zwischen diesen Blättern aus und bildet dann auf einer Seite, von den Rändern des äußeren, größten Blattes begrenzt, das sclerotienähnliche, schwarze, spindelförmige Ascusstroma aus, in dem die Perithecien liegen.

705. Über Capnodium maximum B. et Curt.

Für den im Journal of Linnean Society, 1868, X. Bd., p. 391 beschriebenen Pilz wurde von Saccardo 1882 (Syll. Fung., I, p. 74) das Subgenus *Capnodiella* aufgestellt, das 1905 (Syll. Fung., XVII, p. 621) zur Gattung erhoben, aus der Gattung *Capnodium* entfernt und in die Verwandtschaft von *Xylaria* gestellt wurde. Letzteres geschah auf Grund der Angaben von Giessenhagen (Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch., 1904, XXII. Bd., p. 191, Taf. XIII), der den Pilz als *Sorica Duseuii* wieder beschrieb und zu den Xylarieen stellte. Ich habe *Capnodiella* in meine Übersicht der Capnodiaceengattungen aufgenommen (in diesen Fragm., 1910, XI. Mitt., Nr. 532), indessen zweifelte ich schon damals an der Capnodiaceennatur des Pilzes.

Tatsächlich ist *Capnodiella* weder eine Xylariee noch eine Capnodiacee, sondern eine Coryneliacee, die mit *Cornelia* nahe verwandt ist und sich davon durch den langen Stiel der Perithecien und das nicht trichterförmig erweiterte Ostiolum

unterscheidet. Der Bau des Perithecienmucleus ist bei *Capnodiella* genau der gleiche wie bei *Corynelia*. Auch die Pycniden beider Gattungen sind formverwandt. Demnach ist die trichterförmige Erweiterung des Ostiolums für die Coryneliaceen nicht als notwendiges Merkmal zu betrachten. Tatsächlich finden sich auch Übergänge bei *Corynelia*.

Capnodium fructicolum Pat. (Sacc., Syll., IX, p. 441) ist eine *Corynelia*, bei welcher das Ostiolum nicht immer trichterförmig erweitert ist. Patouillard erwähnt diese Erweiterung gar nicht. Indessen zeigten viele Perithecien eines mir von Herrn H. Sydow gesendeten, aus Ostindien stammenden Exemplars (leg. E. F. Butler), das mit dem Patouillard'schen Originalexemplar verglichen worden war, deutlich trichterförmige Ostiola.

Corynelia carpophila Sydow (Engler's Bot. Jahrb. f. Syst., 1910, 45. Bd., p. 264) dürfte mit *Corynelia fructicola* (Pat.) trotz habitueller Unterschiede identisch sein.

Capnodium arrhizum Pat. (Bull. Soc. myc., 1888, IV. Bd., p. 105, Taf. XIX, Fig. 3) ist jedenfalls auch eine *Corynelia;* doch sagt Patouillard nichts über die Sporenfarbe. Sie dürfte jedoch braun sein, da der Autor den Pilz als nahe verwandt mit *Capnodium maximum* erklärt, das braune Sporen hat. Die Perithecien sitzen ohne Stiel, haben einen langen Schnabel ohne Erweiterung des Ostiolums. Ist offenbar ein interessanter Übergang zu *Capnodiella*.

Capnodium Thwaitesii Berk. (Introduct. Crypt. Botany, London 1857, p. 274, Fig. 63*a*) ist eigentlich ein Nomen nudum. Nach den spärlichen Angaben im Texte und der Figur wird es eine Capnodiacee sein.

706. Über Ophiobolus barbatus Patouillard.

Der in Bullet. societ. mycol. France, 1888, IV. Bd., p. 114, Taf. XIX, Fig. 7, beschriebene und abgebildete Pilz wird von Saccardo (Syll. Fung., IX, p. 934) und Berlese (Icones Fung., 1900, II. Bd., p. 137) zu *Ophiochaete* Sacc. (= *Ophiotrichia* Berlese, Icon. F., I, p. 105) gestellt.

Vergleicht man die Beschreibung desselben mit jener, die ich (in diesen Fragmenten, 1909, IX. Mitt., Nr. 433) von *Acanthothecium mirabile* Speg. gegeben habe, so erkennt man ohneweiters, daß beide diese Pilze offenbar ganz nahe miteinander verwandt sind. Ich nannte den Ascuspilz, der das *Acanthothecium mirabile* als Nebenfruchtform hat, *Acanthostigma mirabile* (Speg.) v. H. Allein diese Ascusform ist so wie *Ophiobolus barbatus* weder ein *Acanthostigma* noch eine *Ophiochaete*. Diese beiden Gattungen besitzen kein Stroma und haben zerstreute oberflächliche Perithecien. Auch ist bei keiner Art dieser beiden Gattungen die so eigentümliche *Acanthothecium*-Form als Nebenfrucht bekannt.

Acanthostigma mirabile und *Ophiobolus barbatus* haben ein oberflächliches, gut entwickeltes Hypostroma, auf dem die Perithecien und die *Acanthothecium*-Pycniden rasig gehäuft sitzen. Auch fehlen Paraphysen völlig, die bei *Ophiochaete* reichlich auftreten. Offenbar gehören beide Pilze in eine eigene neue Gattung, die ich *Acanthotheciella* nenne.

Acanthotheciella n. gen. **(Ophiochaete** aff.**).**

Stroma schwarzbraun, oberflächlich, kleinzellig-plectenchymatisch, beborstete, kugelige Perithecien und *Acanthothecium*-Pycniden rasig gehäuft tragend. Paraphysen fehlen.

Sporen scolecopor, hyalin oder bräunlich, septiert.

1. *Acanthotheciella barbata* (Pat.) v. H.

Syn : *Ophiobolus barbatus* Pat.
Ophiochaete barbata (Pat.) Berlese.

2. *Acanthotheciella mirabilis* (Speg.) v. H.

Syn.: *Acanthostigma mirabile* (Speg.) v. H.

707. Über Hypocreopsis? hypoxyloides Speg.

Der in Anales Mus. Nac. Buenos Aires, 1899, Tom. VI, p. 291, beschriebene Pilz wird vom Autor mit *Hypocreopsis riccioidea* Karst. als sehr ähnlich erklärt, hat jedoch gefärbte Sporen. Derselbe wurde von Saccardo und Sydow in eine

neue Gattung, *Phaeocreopsis*, gestellt (Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., I. Teil, 1. Abt.**, p. 451).

Nach der ausführlichen Beschreibung desselben ist mir nicht zweifelhaft, daß derselbe eine *Valsaria* ist, die der *Valsaria Hurae* (P. H.) v. H. (welche wahrscheinlichst gleich *Valsaria hypoxyloides* [Rehm] ist), zum mindesten sehr nahe steht.

Phaeocreopsis Sacc. et Syd. ist daher gleich *Hypoxylonopsis* P. H. = *Valsaria* (siehe diese Fragmente, 1910, XII. Mitt., Nr. 619).

708. Über die Stellung der Gattung Rosenscheldia Speg.

Die einzige Art, *Rosenscheldia paraguaya* Speg. soll hyaline zweizellige Sporen und keine Paraphysen haben. Der Autor betrachtet sie als Dothideacee und vergleicht sie mit *Montagnella, Dothidella* und *Munkiella* (Sacc., Syll. Fung., IX, p. 1036). Hennings (Hedwigia, 1895, 34. Bd., p. 108) beschrieb den Pilz nochmals als *Ophioceras Hyptidis*, schrieb ihm einzellige hyaline Sporen zu, fand reichliche Paraphysen und hielt den Pilz für ein Verbindungsglied zwischen *Therrya* und *Ophioceras*. Später (Hedwigia, 1902, 41. Bd., p. 303) erkannte er ihn als identisch mit *Rosenscheldia paraguaya* und fand, daß die Sporen bräunlich und dreizellig werden. Er hielt ihn nun für mit *Montagnella* verwandt.

Die Untersuchung eines Originalexemplares aus Roumeguère, Fungi sel. exs., Nr. 4155, zeigte mir, daß der Pilz ein hervorbrechendes, bis über 800 μ dickes Stroma besitzt, dem die schwarzen, etwas glänzenden, kugeligen, etwa 360 μ breiten, oben mit kleiner Mündungspapille versehenen Perithecien traubig gehäuft und mit der Basis etwas eingesenkt aufsitzen. Das Stromagewebe sowie die bis 90 μ dicken Perithecienwände sind ganz gleichmäßig aus polyedrischen, 10 bis 20 μ großen, sehr dickwandigen Parenchymzellen aufgebaut. Die Mittellamelle dieser Zellen ist umbrabraun, die 3 bis 4 μ breite Verdickungsschicht ist blaß rauchbraun. Die Paraphysen sind zahlreich, fadenförmig. Die 8 in den Asci 2- bis 3-reihig liegenden Sporen sind beidendig scharf spitz, schmal

spindelförmig und blaßbräunlich. Sie sind 3- bis 4-zellig, die Querwände sind meist undeutlich. Das Ostiolum ist typisch.

Vergleicht man den Pilz mit *Melogramma vagans* de Not., so erkennt man, daß er eine zweifellose *Melogramma* ist; die Unterschiede sind nur spezifischer Natur. So hat *M. vagans* ein sehr kleinzelliges, stellenweise plectenchymatisches Stromagewebe und sind die Perithecien meist ganz oder halb eingesenkt. Daraufhin kann jedoch keine generische Abtrennung stattfinden. Der Pilz hat daher *Melogramma paraguayum* (Speg.) v. H. zu heißen und ist die Gattung *Rosenscheldia* zu streichen.

709. Über Telimena Erythrinae Rac.

Der Pilz wird vom Autor ausführlich beschrieben (Parasitische Algen und Pilze Javas, I. Teil, 1900, p. 18), indes keine Angabe über die Verwandtschaft und Stellung desselben im System gemacht. Letztere ist aus der Beschreibung nicht mit Sicherheit zu entnehmen.

Saccardo und Sydow (Syll. Fung, XVI. Bd., p. 631) stellen denselben zu den Dothideaceen.

Die Untersuchung eines Originalexemplares zeigte mir nun, daß der Pilz in der Tat am besten als Dothideacee betrachtet wird.

Derselbe besitzt ein die ganze Blattdicke einnehmendes Stroma, das jedoch meist nur unten und oben gut, und zwar in Form von opaken, kleinzelligen, 40 bis 60 μ dicken Decken entwickelt ist, welche bis zur Cuticula reichen und mit dieser fest verwachsen sind. Ältere, bereits überreife Stromata durchsetzen indes oft die ganze Blattdicke, zwischen den Loculi in Form von opak-schwarzen Platten eindringend. Die Form der 1 bis 3 *mm* großen Stromata ist äußerst verschieden, oft länglich. In denselben sind die Loculi in kurzen Reihen oder unregelmäßig angeordnet. Die wenig zahlreichen Loculi sind fast kugelig, etwa 220 μ breit und zeigen an Medianschnitten blattoberseits eine Mündungspapille, die die Cuticula nicht überragt und keine deutlichen Periphysen aufweist. Die Loculi besitzen eine eigene Wandung, die bald hyalin, bald mehr minder bräunlich ist und aus mehreren zusammengepreßten Zellagen besteht. Wo zwei

Loculi zusammenstoßen, sieht man deutlich, daß jeder seine eigene Wandung besitzt. Hierdurch weicht der Pilz von den echten Dothideaceen etwas ab. Der Nucleus der Loculi besteht aus sehr zahlreichen, sehr zartwandigen Asci, die etwa 76 = 14 μ groß, keulig, oben abgerundet oder abgestutzt sind und 8 fast hyaline, bis 32 = 6·5 μ große Sporen, die in zwei Reihen stehen, enthalten. Die typisch gestalteten Sporen sind im mittleren Drittel schmäler und gegen die abgerundeten Enden fast keulig verbreitert. Im mittleren schmalen Teile stehen dicht nebeneinander drei Querwände, die so wie die Sporenmembran sehr dünn sind. Alle 4 Zellen der Sporen zeigen reichlichen, fast homogenen Plasmainhalt. Zwischen den Asci scheinen spärliche, sehr zartwandige Paraphysen vorhanden zu sein.

Daraus geht hervor, daß *Telimena* wohl am besten als Dothideacee angesehen wird. Bei den Clypeosphaeriaceen, z. B. *Hypospila*, würde er kaum seinen Anschluß finden.

710. Über Licopolia Franciscana Sacc. et Sydow.

Der Pilz ist nicht ganz richtig und unvollständig beschrieben und falsch eingereiht (Saccardo, Syll. Fung., XVI, p. 508). Er wird als mit *Rosenscheldia* verwandt erklärt, diese Gattung ist jedoch gleich *Melogramma* (siehe diese Fragm., Nr. 708). Soll keine Dothideacee, sondern vielleicht eine Cucurbitariacee sein.

Die nähere Untersuchung eines Originalexemplares, das ich Herrn H. Sydow verdanke, zeigte mir, daß *Licopolia* eine Dothideacee ist, die sich von *Hysterostomella* durch die freien perithecienartigen Loculi und die Paraphysen unterscheidet.

Der Pilz wächst auf beiden Blattseiten ganz oberflächlich. Das Hypostroma ist der Epidermis aufgesetzt, opak-kohlig, etwa 1 *mm* breit und bis 80 μ dick. Am Rande ist es häutig, durchscheinend und aus einer Lage von violettbraunen, 4 μ breiten, dicht radiär verwachsenen Hyphen aufgebaut. Manchmal entwickeln sich am Stroma oft zahlreiche, der Epidermis anliegende, 3 μ breite, freie, violettbraune Hyphen, welche fast radiär verlaufen und kugelige, violettbraune, 8 μ breite Conidien, die den Hyphen zerstreut aufsitzen, bilden. Die Loculi sind peritheciumartig dem Stroma in geringer Zahl, manchmal zu mehreren ver-

schmelzend, aufgesetzt, kugelig, blauschwarzkohlig, rauh und 150 bis 200 μ breit. Die Wandung derselben ist deutlich kleinzellig-parenchymatisch und gleichmäßig 20 bis 25 μ dick. Die spindelig-keuligen Asci sind kurzknopfig gestielt und 50 bis 60 = 8 bis 9 μ groß. Die fädigen Paraphysen sind nicht typisch entwickelt, so wie bei vielen Dothideaceen. Die 8 braunen, zweizelligen Sporen liegen zweireihig im Ascus, sind länglich, an den Enden abgerundet, an der Querwand nicht eingeschnürt und etwa 14 = 4 μ groß.

Wesentlich und deutlich die Verwandtschaft mit *Hysterostomella* bekundend ist nun die Tatsache, daß auch Conidienloculi vorkommen, mit braunvioletten, eiförmigen bis fast birnförmigen, einzelligen Conidien, die genau so wie bei *Hysterostomella Tetracerae* (Rud.) v. H. und *Poropeltis Davillae* P. Henn. in der Mitte einen hellen Quergürtel zeigen. (Siehe diese Fragmente, 1909, IX. Mitt., Nr. 465, und 1910, XII. Mitt., Nr. 631.) Diese Conidien sind meist 13 bis 15 = 7 bis 8 μ groß. An den sehr kümmerlichen Exemplaren konnte ich nicht feststellen, ob diese Conidienloculi dem Stroma aufgesetzt oder eingesenkt sind.

Die Gattung *Licopolia* muß erhalten bleiben und gehört in die Reihe der Dothideaceen mit oberflächlichen Ascusstromaten, von welchen ich in diesen Fragmenten, 1910, XI. Mitt., Nr. 533, eine analytische Übersicht gegeben habe. Sie kommt in derselben nach *Polystomella* zu stehen. Zwischen *Polystomella* und *Licopolia* hat *Coscinopeltis* zu stehen, welche Gattung in der Tabelle durch einen Lapsus an falscher Stelle steht.

711. Über Sphaeria Tunae Spreng.

Ein von P. Hennings als *Diplotheca Tunae* (Spreng.) Starb. bestimmter Pilz (Hedwigia, 1909, 48. Bd., p. 10) erwies sich als ein gut ausgereiftes Exemplar von *Didymella confertissima* Sacc. Von dieser Art, von der ich nur ein unreifes Exemplar kannte, habe ich (in diesen Fragmenten, 1909, VII. Mitt., Nr. 319) angegeben, daß es eine der *Montagnella Opuntiarum* Speg. var. *minor* Speg. zum mindesten sehr nahestehende Form darstellt, die ich vorläufig als *Montagnella confertissima* (Sacc.) v. H. bezeichnete. Das nun untersuchte, gut

ausgereifte Exemplar zeigte mir nun, daß es der Beschreibung Spegazzini's vollkommen entspricht und offenbar beide Formen identisch sind. Der Pilz muß *Montagnella minor* (Speg.) v. H. heißen, da es sich gewiß um eine eigene Art handelt.

Bei dieser Gelegenheit gewann ich die Überzeugung, daß *Sphaeria Tunae* Spreng. (siehe diese Fragmente, 1909, VI. Mitt., Nr. 241) offenbar identisch ist mit *Diplotheca Uleana* P. Henn. (siehe diese Fragmente, 1909, VII. Mitt., Nr. 332), von der ich zeigte, daß es ein *Myriangium* ist. Meine Beschreibung des letzteren Pilzes stimmt gut zu jener von *Sphaeria Tunae*, welche Starbäck gab. Demnach zweifle ich nicht daran, daß *Diplotheca* Starbäck 1893 gleich *Myriangium* Mont. et Berk. 1845 ist.

712. Über die Stellung der Gattung Apostemidium Karsten.

Die Gattung *Apostemidium* wurde von den verschiedenen Autoren sehr verschieden beurteilt. Peck beschrieb eine Art derselben als *Helotium*. Saccardo, Karsten und Rehm stellten die Arten zum Teil zu *Gorgoniceps* (Pezizelleen). Lagarde betrachtet sie als echte Mollisiee. Phillips stellte sie zu *Vibrissea* (Geoglossaceen). Durand und Boudier stellten sie neben *Vibrissea* zu den Geoglossaceen. (Siehe Lagarde, Ann. mycol., 1906, IV. Bd., p. 240, Durand, Ann. mycol., 1908, VI. Bd., p. 454, wo die ältere Literatur.) Durand hält *Apostemidium* für eine Mittelform zwischen den Geoglossaceen und Mollisieen.

Schon diese diametral verschiedenen Ansichten zeigen, daß die richtige Verwandtschaft von *Apostemidium* bisher nicht erkannt wurde.

Ich fand nun zunächst, daß *Schizoxylon alneum* Feltgen (siehe meine Revision von 292 der von J. Feltgen aufgestellten Ascomycetenformen, in diesen Berichten, 1906, 115. Bd., Abt. 1, p. 1260) zur Gattung *Apostemidium* gehört. Die zwei sicheren Arten dieser Gattung, *A. Guernisaci* (Cr.) Boud. und *A. vibrisseoides* (Peck) Boud. sollen sich nach Durand nur durch die Enden der Paraphysen voneinander unterscheiden. Bei der ersteren Art sind sie mehrfach gegabelt und etwas länger als die Asci, bei der zweiten meist einfach und ebensolang als die

Schläuche. Allein schon nach Lagarde's Beschreibung von in Frankreich gefundenen Exemplaren von *A. vibrisseoides* sind auch hier die Paraphysen oben oft zwei- bis dreiteilig und bedecken die Enden der Asci, müssen also etwas länger sein als diese. An dem erwähnten Feltgen'schen Exemplar konnte ich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob die eine oder andere Art von Paraphysen vorliegt. Ich halte daher die beiden *Apostemidium*-Arten für identisch, um so mehr als aus Durand's Beschreibungen derselben, von den Paraphysen abgesehen, irgendein Unterschied zwischen beiden nicht zu ersehen ist und ein einziges Merkmal zu Trennung von zwei Arten nicht genügt. Jede wirkliche Art zeigt mehrere Unterschiede von den nächstverwandten. Überdies ist das Verhalten der Paraphysenenden offenbar ein ganz variables.

Vergleicht man nun einen Medianschnitt von *Apostemidium* mit einem solchen von einer *Schizoxylon*-Art, so erkennt man, daß diese beiden Gattungen bis in das kleinste Detail genau das gleiche Hymenium haben. Der Unterschied zwischen beiden Gattungen besteht nur in der stärkeren Entwicklung des Hypotheciums und Excipulums bei *Apostemidium* und in dem parenchymatischen Aufbau dieser Teile. Allein dieser Unterschied ist kein absoluter. Bei *Schizoxylon insigne* de Not. und *Sch. Sarothamni* (Fuckel) Rehm ist das Hypothecium blaß, weichplectenchymatisch, dünnfaserig und etwa bis 40 μ dick. Bei *Sch. graecum* v. H. ist es ebenso gebaut und bis 60 μ dick. Hingegen gliedert sich dasselbe bei *Sch. Berkeleyanum* (D. et Lév.) in eine untere, braune, 20 bis 25 μ dicke Schichte und eine obere hyaline ebenso dicke. Die untere braune Schichte geht seitlich in das Excipulum über, ist zwar im allgemeinen so wie die obere dünnfaserig plectenchymatisch, zeigt aber an der Übergangsstelle ins Excipulum ganz deutlich die Neigung zu einer parenchymatischen Struktur, denn man kann hier stellenweise ganz deutliche flache Parenchymzellen wahrnehmen. *Schizoxylon Berkeleyanum* bildet daher einen ganz deutlichen Übergang zu *Apostemidium*. Vielleicht werden andere mir nicht zugängliche Arten diesen Übergang noch besser vermitteln.

Bei *Apostemidium* ist allerdings das Gehäuse großzelligparenchymatisch, wie dies die Tafel in Boudier, Icones mycol.,

Tom. III, Pl. 433, sehr schön zeigt. Dieser Umstand ist aber gegenüber dem, daß beide Gattungen genau das gleiche Hymenium besitzen, um so weniger von Bedeutung, als, wie auseinandergesetzt, *Schizoxylon Berkeleyanum* einen deutlichen Übergang bildet.

Mag man nun den Bau des Gehäuses wie immer bewerten, so leidet es doch keinen Zweifel, daß *Apostemidium* am allernächsten mit *Schizoxylon* verwandt ist. Es ist eine Übergangsform zwischen *Schizoxylon* und *Vibressea*.

Apostemidium muß als Gattung erhalten bleiben und unterscheidet sich von *Schizoxylon* durch den großzellig parenchymatischen Bau des Gehäuses und das sich schließlich scheibig ausbreitende Hymenium.

Apostemidium muß trotz der meist oberflächlich wachsenden Fruchtkörper zu den Stictideen gestellt werden, da die Verwandtschaft mit *Schizoxylon* eine so große ist, daß beide Gattungen nebeneinander stehen müssen. Übrigens fand ich, daß die Fruchtkörper wenigstens manchmal unter der Rinde entstehen und erst nach Abwurf dieser oberflächlich werden.

Ferner hat auch *Melittiosporium Schnablianum* (Rehm) v. H., welche im übrigen ganz typisch ist, ganz oder halb oberflächliche Fruchtkörper, so daß *Apostemidium* in dieser Beziehung als oberflächliche Stictidee nicht allein steht. (Siehe diese Fragmente, 1909, IX. Mitt., Nr. 450.)

713. Über Leptosphaeria maculans (Desm.) und Sphaeria Lingam Tode.

Als auf Cruciferen wachsende *Leptosphaeria*-Arten sind meines Wissens nachfolgende 16 bisher beschrieben worden:

A. Sporen mit zwei Querwänden.

1. *L. impressa* Preuss auf *Cheiranthus* (Syll. F., II, 57).

B. Sporen mit drei Querwänden.

2. *L. salebrosa* (Preuss) auf *Brassica crispa* (S. S., II, 20).
3. *L. olericola* (B. et C.) Sacc. auf *Brassica* (S. S., II, 11) (= *L. eustoma* [Fr.] Sacc. f. *olericola* [B. et C.] Berlese) (Icon., I, p. 58).

4. *L. Lunariae* (B. et Br.) Sacc. (S. F., II, 57) (= *L. eustoma* [Fr.] Sacc. f. *Lunariae* [B. et Br.] Berlese,) Icon., I, 56.
5. *L. Doliolum* (P.). Auf *Hesperis*, nach S. S., II, 14.
6. *L. galiicola* Sacc. var. *brachyspora* Sacc. Syll. F., II, 22, auf *Hesperis*.

C. Sporen mit 3 bis 5 bis 10 Querwänden.

7. *Leptosphaeria maculans* (Desm.) Nach Berlese, Icon., I, 69 = *L. Eryngii* H. Fabr. Auf *Brassica, Diplotaxis, Erysimum, Alliaria, Farsetia, Sisymbrium.*
8. *L. Alliariae* Fuck. Symb. myc., p. 135. Auf *Alliaria.*
9. *L. Napi* Fuck. Symb. myc., p. 13. Auf *Brassica Napus und Br. Rapa.*
10. *L. planiuscula* Riess. S. Rehm, Hedwigia, 1883, p. 55.
11. *L. Sowerbyi* (Fuck.) Sacc. in Berlese, Icon., I, 78, non Berk. et Br., non Sacc., Syll. F., II, p. 78. Auf *Alliaria* und *Brassica.*
12. *L. conferta* Niessl. Auf *Farsetia* (S. S., II, 20).
13. *L. Drabae* (Nyl.) Karst. Auf *Draba alpina* (S. S., II, 44).
14. *L. virginica* (C. et E.) Berl. Icon., I, 78. Auf *Lepidium.*
15. *L. Arabidis* Allesch. Auf *Arabis* (S. S., XIV, 562).
16. *L. norvegica* Rostr. Auf *Braya* (S. S., XVIII, 722).

Diese 16 Formen sind sicher zum Teil zusammengehörig. Nr. 3 und 4 sind nach Berlese zu *L. eustoma* gehörig. Nr. 8 bis 12, wahrscheinlich auch Nr. 14 und 15 sind Formen von *L. maculans*, wie dies jetzt wohl allgemein angenommen wird (Rehm, Berlese usw.). Tulasne (Selecta Fung. Carp., II, p. 275) nimmt an, daß *Sphaeria Lingam* Tode als Nebenfrucht zur *L. maculans* Desm. gehört. Allein das Originalexemplar von *L. maculans* Desm. in Plantes crypt. France, 1849, Nr. 1784, zeigt keine Spur von *Sphaeria Lingam* Tode. Hingegen fand ich am Desmazières'schen Exemplar der *Phoma Lingam* (Tode) Desm. in Pl. crypt. France, 1849, Nr. 1877, einen zweifellos dazugehörigen Ascuspilz, der von *Leptosphaeria maculans* Desm. gänzlich verschieden ist und öfter damit verwechselt wurde. Es ist dies offenbar jener Pilz, den Preuss (Linnaea, 1853, XXVI. Bd., Nr. 298) als *Sphaeria salebrosa* beschrieb und der in

Saccardo, Syll. Fung, II, p. 20, als *Leptosphaeria salebrosa* (Pr.) Sacc. angeführt ist. Preuss fand diesen Pilz auf alten Stengeln von *Brassica crispa*. Auf demselben Substrat beschrieb er aber auch sein *Plenodomus Rabenhorstii* (Linnaea, 1852, XXIV. Bd., p. 145, und Sturm, Deutschl. Flora, III. Abt., Pilze, VI. Bändch., 1862, p. 143, Taf. 72) und es ist sicher, daß *Sphaeria salebrosa* und *Plenodomus Rabenhorstii* metagenetisch zusammengehören. Vergleicht man nun die Beschreibung und Abbildung von *Plenodomus Rabenhorstii* mit dem gewiß sicheren Desmazières'schen Exemplar von *Sphaeria Lingam* Tode, so erkennt man, daß beide diese Pilze vollkommen identisch sind. Vergleicht man ferner den Ascuspilz, der sich am Exemplar Desmazières's von *Sphaeria Lingam* vorfindet, mit der Beschreibung der *Sphaeria salebrosa* Preuss, so sieht man, daß auch diese beiden Pilze miteinander identisch sind. Die Angaben Preuss', daß *Sphaeria salebrosa* dicke, hornige »Perithecien«, die oft unregelmäßig sind, hat, mit spindelförmigen, vierzelligen Sporen, stimmen völlig zum Desmazières'schen Ascuspilz der *Sphaeria Lingam*.

Dieser Ascuspilz hat sehr dickwandige, hornige Fruchtkörper und spindelförmige, stets vierzellige, braune, an den Enden abgerundete, 26 bis 30 = 4 μ große Sporen. Die Asci sind von fädigen Paraphysen umgeben, spindelig-keulig.

Phoma Lingam (Tode) Desm. = *Plenodomus Rabenhorstii* Pr. wurde bisher nur auf alten, dicken, verwitterten *Brassica*-Stengeln gefunden. Da es ein stromatischer Pilz ist und keine echte *Phoma*, der morphologisch von *Phomopsis* Sacc. nicht oder kaum verschieden ist, ferner bisher auf *Brassica*-Stämmen nur *Diaporthe incrustans* Nke. als stromatischer Pilz bekannt war, nahm ich an (Fragm. z. Mykol., 1909, VII. Mitt., Nr. 343), daß *Plenodomus Rabenhorstii* Pr. zur *Diaporthe incrustans* Nke. als Nebenfrucht gehört. Es schien dies um so sicherer richtig, als *Plenodomus* ganz ähnlich wie *Phomopsis* gebaut ist und die *Phomopsis*-Arten zu *Diaporthe*-Arten gehören.

Nach den oben Gesagten ist diese Annahme jedoch falsch, da es nun keinem Zweifel unterliegt, daß *Phoma Lingam* (Tode) Desm. = *Plenodomus Rabenhorstii* Preuss die Nebenfruchtform von *Sphaeria salebrosa* Preuss ist. Da bei echten

Leptosphaeria-Arten bisher keine *Plenodomus*-artige Nebenfruchtform beobachtet wurde, lag es nahe zu vermuten, daß *Sphaeria salebrosa* Pr. nicht zu *Leptosphaeria* gehört.

In der Tat zeigte mir die nähere Untersuchung des Desmazières'schen Exemplares des Ascuspilzes der *Phoma Lingam*, der zweifellos die *Sphaeria salebrosa* Pr. darstellt, daß derselbe keine Sphaeriacee, sondern eine Heterosphaeriacee ist, die vorläufig am besten als *Phaeoderris* Sacc. (Syll. Fung., 1889, VIII. Bd., p. 599) betrachtet wird, nämlich als eine *Scleroderris* mit gefärbten Sporen.

Allerdings bleibt es durchaus fraglich, ob der Typus des Subgenus *Phaeoderris* Sacc., nämlich *Scleroderris betulina* (Peck) Sacc. wirklich eine echte braunsporige *Scleroderris* ist. Nach der Beschreibung scheint dies kaum der Fall zu sein.

Ich habe schon 1907 angegeben (Österr. bot. Zeitschrift Nr 9), daß einige *Leptosphaeria*-Arten zu *Phaeoderris* gehören, nämlich *Leptosphaeria rubellula* (Desm.) v. H. (= *L. ogilviensis* B. et Br.) und *L. caespitosa* Niessl. Letztere Art ist sicher eine *Phaeoderris* in meinem Sinne, also eine braunsporige *Scleroderris*. Von *L. rubellula* (Desm.) v. H. bin ich nun nach wiederholter Untersuchung zur Einsicht gelangt, daß sie besser bei der Gattung *Leptosphaeria* verbleibt. Sie gehört zu jenen *Leptosphaeria*-Arten, deren Sporen keine bauchig vorragende Zelle zeigen (*Leptosphaeria* de Not.). Diese Arten bilden eine natürliche Gruppe, von der es mir zweckmäßig erscheint, sie von den übrigen, die von Rabenhorst zu *Nodulosphaeria* gestellt wurden, generisch zu trennen.

Daß *Montagnella tumefaciens* E. et. H. und *M. Heliopsidis* (Schw.) Sacc. mit *Phaeoderris caespitosa* (Niessl) v. H. nahe verwandt sind, habe ich in Fragm. z. Mykol., 1909, VII. Mitt., Nr. 334, angegeben. *Leptosphaeria salebrosa* Preuss hat nun bis auf weiteres *Phaeoderris salebrosa* (Pr.) v. H. zu heißen. Sicher ist diese Form bisher nur auf *Brassica* gefunden worden (Preuss, Desmazières); das Exemplar in Fuckel, F. rhen., Nr. 1793 (sub *Pleospora maculans* Tul.) ist auch *Phaeoderris salebrosa* Pr. und soll auf *Alliaria*-Stengeln sitzen, eine Angabe, die mir zweifelhaft erscheint, da die *Phoma Lingam* bisher nur auf *Brassica* aufgefunden wurde.

Die übrigen von mir nachgeprüften Exsikkaten von *Leptosphaeria maculans* aus den Sammlungen von Krieger, Jaap, Rabenhorst usw. sind richtig bestimmt.

Phaeoderris v. H. (? an Saccardo, Syll. F., VIII, p. 599).

Wie *Scleroderris*, aber Sporen gefärbt. *Plenodomus* als Nebenfruchtform bekannt.

1. *Ph. caespitosa* (Niessl) v. H.

Syn.: *Leptosphaeria caespitosa* Niessl.

2. *Ph. Heliopsidis* (Schw.) v. H.

Syn.: *Dothidea Heliopsidis* Schwein.
Montagnella Heliopsidis (Schw.) E. et Ev.

3. *Ph. tumefaciens* (E. et Harkn.) v. H.

Syn.: *Montagnella tumefaciens* (E. et Harkn.) E. et Ev.

4. *Ph. Labiatarum* v. H., Österr. bot. Zeitschrift, 1907.

5. *Ph. salebrosa* (Preuss) v. H.

Syn.: *Sphaeria salebrosa* Preuss.
Leptosphaeria salebrosa (Pr.) Sacc.

Apothecien mit der *Plenodomus*-Form gemengt auf geschwärzten Stellen herdenweise sitzend, zwischen den Fasern des Substrates hervorbrechend, schwarz, kugelig-knollenförmig, knorpelig-hart, zirka 420 μ breit, trocken höckerig-faltig, oben sich rundlich öffnend, dann kurzlappig einreißend. Excipulum oben 50 bis 80 μ dick, unten seitlich bis 120 μ dick, zweischichtig. Äußere Schichte aus 1 bis 2 Lagen von schwarzbraunen Zellen bestehend, innere aus vielen Lagen von bräunlichen, stark knorpelig verdickten Zellen aufgebaut. Zellen oben polyedrisch, unten etwas gestreckt.

Hypothecium 60 μ dick, aus senkrecht stehenden, parallelen Reihen von mäßig dickwandigen, blassen oder hyalinen Zellen bestehend. Paraphyen sehr zahlreich, fädig, verschleimend, die Asci überragend. Asci spindelig-keulig, bis 120 bis 130 = 8 μ groß, achtsporig, dünnwandig. Sporen sich deckend-einreihig, braun, spindelförmig, gerade oder schwach gebogen, vierzellig, an den Querwänden nicht oder wenig eingeschnürt, an den Enden stumpflich, die beiden mittleren Zellen etwas kürzer als die Endzellen, 26 bis 30 = 4 μ.

Die Nebenfruchtform sieht den Ascomaten ganz ähnlich und ist *Plenodomus Lingam* (Tode) v. H.

Syn.: *Sphaeria Lingam* Tode.
Sclerotium sphaeriaeforme Lib.
Sphaeria Olerum Mougeot.
Phoma Lingam (Tode) Desmaz.
Plenodomus Rabenhorstii Preuss.

714. Über Dothiorella Tulasnei Sacc.

Unter diesen Namen hat Saccardo (Syll. fung., 1884, III. Bd., p. 239) die von Tulasne (Selecta Fung. Carpologia, 1865, III. Bd., p. 188, Taf. XX, Fig. 15 bis 18) genau beschriebene und abgebildete Spermogonienform von *Chlorosplenium aeruginosum* (Oed.) eingereiht.

Saccardo bezweifelt die Zusammengehörigkeit der beiden Pilze. Allein mit Unrecht. Die Spermogonienform kommt nur auf grünfaulen Hölzern vor, hat genau denselben blaugrünen Farbstoff (s. Rehm, Hysteriaceen und Discomyceten, p. 754) wie der Ascomycet, tritt in Gesellschaft mit diesem auf und überdies hat Brefeld (Untersuch. a. d. Gesamtgeb. d. Mykologie, 1891, X. Heft, p. 314, Taf. XII, Fig. 13 bis 14) bei seinen Kulturen der Ascussporen von *Chlorosplenium aeruginosum* genau dieselben stäbchenförmigen Conidien erhalten, welche Tulasne beschreibt. Es ist daher nicht zweifelhaft, daß beide Pilze metagenetisch zusammengehören.

Dothiorella Tulasnei ist jedoch weichfleischig und parallelfaserig aufgebaut und gehört daher nicht in die Gattung. Sie stellt eine neue zu den Nectrioideen gehörige Formgattung dar, die ich *Dothiorina* nenne.

Dothiorella Sacc., 1880, ist im heutigen Umfange eine Mischgattung. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als auf die Typusart derselben zurückzugehen. Die Gattung wurde in Michelia, 1880, II. Bd., p. 5, aufgestellt und hier als Typus *D. pyrenophora* (Berk.) Sacc. angeführt.

Diese Art wird aber in Syll. Fung., III, p. 380, als *Botryodiplodia* bezeichnet, da die Sporen nach Cooke braun und zweizellig sind. Sie entspricht gar nicht der Gattungsdiagnose.

Diese erscheint in Sacc., Syll. Fung., 1884, III. Bd., p. 235, abgeändert.

Es werden nun nicht nur die Formen zu *Dothiorella* gerechnet, deren Pycniden auf einem Basalstroma traubig gehäuft sind, sondern auch solche, deren Pycniden in einem Stroma eingesenkt sind. Letztere Formen sind aber, wenn sie großsporig sind, von *Fusicoccum* nicht zu trennen. *Dothiorella* soll überdies als Nebenfruchtform zu *Botryosphaeria* gehören. Trotzdem werden viele Arten dazu gerechnet, die zu anderen Pyrenomycetengattungen gehören. Daraus geht hervor, daß die Gattung *Dothiorella* eine unhaltbare Mischgattung ist, deren Elemente neugeprüft und deren Charakter geändert werden muß.

Dothiorina n. gen. **(Nectrioideae).**

Fruchtkörper polsterförmig bis kugelig, oft zusammenfließend, oberflächlich, fleischig, aus fast parallelen, senkrechten, sehr dünnen Hyphen aufgebaut. Pycniden unter der Oberfläche ganz eingesenkt, dicht stehend, radiär gestreckt, mit Ostiolum, innen dicht mit fadenförmigen, einfachen oder büschelig verzweigten Conidienträgern ausgekleidet. Conidien hyalin, klein, stäbchenförmig.

Nebenfrucht von *Chlorosplenium*.

Dothiorina Tulasnei (Sacc.) v. H.

Syn.: *Dothiorella Tulasnei* Sacc.

715. Über Epidochium melanochlorum Desmaz.

Der in Annal. scienc. nat. Botanique, 3. Ser., XVI. Bd., p. 327, beschriebene Pilz wurde von Saccardo (Syll. fung., 1886, IV., p. 749) in ein eigenes Subgenus von *Epidochium*, nämlich *Hormodochium* gestellt, das durch einfache, fädige Sporenträger und in Ketten stehende Conidien von den übrigen *Epidochium*-Arten geschieden wird.

Der Name *Hormodochium* wurde von Clements (Genera of fungi, 1909, p. 163) in *Hormodochis* geändert.

Die Gattung *Epidochium* Fries ist in ihrem heutigen Umfange eine Mischgattung. Einige Arten sind Tremellineen (dar-

unter auch der Typus der Gattung *E. atrovirens* Fries), andere später aufgestellte Arten sind Tuberculariеen, wieder andere sind zweifelhafter Stellung.

Epidochium melanochlorum Desmaz. ist nach dem Originalexemplar in Desmazières, Plant. cryptog. de France, 1851, Nr. 2166, eine Nectrioidee-Patellinee.

Die Pycniden sind anfänglich flachkugelig und geschlossen, etwa 280 μ breit und 240 μ hoch; zwei Zelllagen tief unter der Epidermis eingewachsen brechen sie hervor und öffnen sich oben weit schalenförmig. Die weichfleischige Pycnidenmembran besteht aus kleinzellig-verflochtenen, kaum 1·5 μ breiten, hyalinen Hyphen, ist an der flachen Basis kaum entwickelt und nur 4 bis 6 μ dick, nach oben hin etwa 8 bis 10 μ dick. Die einfachen, hyalinen, dicht parallel stehenden Conidienträger sind etwa 30 bis 60 μ lang und 1·6 μ breit und mit vielen in einer Reihe liegenden Öltröpfchen versehen. Sie sitzen nur auf der Basalfläche der Pycniden. Die endständigen Conidien stehen in bald zerfallenden Ketten und sind durch wenig Schleim zu einer festen, graubraunen Masse verbunden. Einzeln sind sie hyalin oder subhyalin, elliptisch oder kurz zylindrisch, 4 bis 5 = 2 μ groß, an den Enden oft quer abgestutzt und mit zwei Öltröpfchen versehen.

Hormodochium ist eine gute neue Nectrioideengattung und muß der Pilz *Hormodochium melanochlorum* (Desm.) v. H. genannt werden.

Hormodochium Sacc. als Subgenus, char. emend. v. Höhnel. Pycniden weichfleischig, blaß, eingewachsen, hervorbrechend, anfänglich ganz geschlossen, sich schließlich weit schalenförmig öffnend. Pycnidenmembran sehr kleinzellig plectenchymatisch. Sporenträger einfach, dicht parallel nur an der Basis sitzend. Conidien endständig, in Ketten, hyalin oder subhyalin, einzellig, länglich oder kurz zylindrisch, schleimig verbunden.

Die nächst-verwandte Gattung ist *Catinula* Lév., 1848 (Typus *C. aurea* Lév.). Hier sind die Pycniden oberflächlich, die Conidien kugelig und nicht in Ketten.

Patellina Speg., 1881, ist möglicherweise von *Catinula* generisch nicht verschieden (s. diese Fragmente, 1910, XI. Mitt., Nr. 551).

Der von mir (Fragm. z. Mykol., 1910, XI. Mitt., Nr. 553) vorläufig als *Sirozythia olivacea* beschriebene Pilz, von dem ich sagte, daß er offenbar eine neue Pilzgattung darstellt, ist ganz so wie *Hormodochium melanochlorum* Desm. gebaut und hat daher *Hormodochium olivaceum* v. H. zu heißen.

716. Über Myxosporium Mali Bresadola.

Der in Hedwigia, 1897, 36. Bd., p. 382, beschriebene Pilz ist nach einem vom Autor erhaltenen Originalexemplar eine *Sclerophoma* v. H. (in diesen Fragmenten, 1909, VIII. Mitt., Nr. 402) und hat *Sclerophoma Mali* (Bresad.) v. Höhnel zu heißen.

Derselbe ist von R. Laubert (Gartenflora, 1911, 60. Bd., p. 76) jüngst von neuem als *Pseudodiscula endogenospora* n. gen. beschrieben worden. Auf die Gattung *Sclerophoma* aufmerksam geworden, änderte Laubert den Namen in *Sclerophoma endogenospora* um (l. c., p. 134).

Fast gleichzeitig wurde derselbe Pilz auch als *Sclerophoma Mali* Sydow beschrieben (Annal. mycol., 1911, IX. Bd., p. 146). Die Synonymie desselben ist daher folgende:

Sclerophoma Mali (Bresad.) v. H.

Syn.: *Myxosporium Mali* Bresad., 1897.
Pseudodiscula endogenospora Laubert, 1911.
Sclerophoma endogenospora Laubert, 1911.
Discula Laubertiana Sacc. in litt.
Sclerophoma Mali Sydow, 1911.

Der Pilz wurde bisher bei Königstein in Sachsen (Krieger), Viborg in Yütland (Lind) und bei Berlin (Laubert) gefunden. Er ist jedenfalls sehr verbreitet, jedoch wegen seiner makro- und mikroskopischen Unscheinbarkeit bisher wenig beachtet worden.

717. Über Radaisiella elegans Bainier.

Von dieser im Bullet. societ. mycol. de France, 1910, XXVI. Bd., p. 382, Taf. XX, beschriebenen und abgebildeten neuen Gattung sagt der Autor, daß sie sich von der nahe verwandten Gattung *Botryosporium* etwa so wie *Sterigmatocystis* von *Aspergillus* unterscheide.

Vergleicht man jedoch Bainier's Angaben und Bilder mit der genauen Beschreibung von *Botrytis (Phymatotrichum) longibrachiata* Oudemans (Nederl. Kruid. Arch., 1892, VI, 1, p. 51), so erkennt man, daß beide Pilze miteinander identisch sind.

W. A. Kellermann (Journal of Mycology, 1903, Vol. IX, p. 106) gab an, daß der Oudemans'sche Pilz schon mehrfach beschrieben wurde und stellte folgende Synonymie auf:

1. *Botryosporium pulchrum* Corda, 1839.
2. *Botryosporium elegans* Corda, 1842.
3. *Cephalosporium elegans* Bonorden, 1851.
4. *Phymatotrichum pyramidale* Bonorden, 1851.
5. *Botryosporium pyramidale* Costantin, 1888.
6. *Botrytis longibrachiata* Oudemans, 1890.
7. *Botrytis (Polyactis) doryphora* Pound et Clements, 1893.
8. *Botryosporium pulchellum* Maire, 1900.
9. *Cephalosporium dendroides* Ellis et Kellermann, 1903.

Diese wurde von R. Maire (Annal. myc., 1903, I. Bd., p. 340) zum Teile bestritten. Maire hält die vier erstangeführten Synonyme für ganz hypothetisch und *Botryosporium pyramidale* Costantin für eine eigene neue Art.

Hierüber habe ich nun folgendes zu bemerken:

Corda's *Botryosporium pulchrum* (Flore illust. des Mucedinee d'Europe, 1840, Taf. XIX) ist unzweifelhaft identisch mit *Botrytis longibrachiata* Oudemans. Corda (l. c., Fig. 3 und 4) läßt zwar die Sporen auf 4 bis 5 schmalen, kurzkegeligen Fortsätzen sitzen, die sich am Ende der kurzen Seitenzweige befinden, allein er hat die Beschaffenheit der jungen Sporenträger gar nicht gesehen und gekannt und die zitierten Figuren stellen den Zustand derselben dar, wie er nach der Reife und dem Abfall der Sporen besteht. Auf diesen kurzen, schmalen Fortsätzen könnten die großen Mengen von Sporen, die große runde Ballen bilden, gar nicht sitzen. Corda hat diesen Sachverhalt ganz übersehen, wie dies schon Costantin (Les mucedinées simples, 1888, p. 45) ganz richtig bemerkte. Berücksichtigt man dies, so fällt jeder Zweifel an der Identität des Corda'schen Pilzes mit dem von Oudemans weg.

Botryosporium elegans Corda wurde nie beschrieben und nur abgebildet (Anleitung zum Studium der Mykologie, 1842, Taf. B, Fig. 6 bis 9).

Vergleicht man diese Figuren mit der Corda'schen Taf. XIX, l. c. von *B. pulchrum*, so sieht man, daß es nur Kopien von Teilen der letzteren, und zwar der Figuren Taf. XIX, Fig. 3 bis 5, sind. Der Speziesname «*elegans*« ist daher offenbar nur auf einen Lapsus von Corda zurückzuführen. Daher wurde mit Recht bisher von allen Autoren *B. elegans* Cda. als synonym mit *B. pulchrum* betrachtet.

Cephalosporium elegans Bonorden ist nach dem Autor selbst (Handbuch d. allg. Mykologie, 1851, p. 108) ein Synonym für *B. elegans* Cda.

Botryosporium pyramidale Costantin (Mucedin. simples, 1888, p. 44) wird von R. Maire als eine eigene neue Art betrachtet. Nach demselben ist *B. diffusum* (leg. Jaczewski) in Vestergreen, Micromyc. rariores selectae, Nr. 421, damit identisch. Vergleicht man die Beschreibung dieses Pilzes (s. Lindau, in Rabenh. Krypt. Fl. v. Deutschld., II. Aufl., I. Bd., VIII. Abt., Hyphomyceten, I, p. 114) mit jener von *B. pulchrum* Cda., so findet man keinen Unterschied. Costantin's Figur von *B. pyramidale* (l. c., p. 44, Fig. 12) entspricht, so wie seine Beschreibung, ganz Bonorden's Angaben und Bild von *Phymatotrichum pyramidale* Bon. (Hdbuch., 1851, p. 116, Fig. 181), welche Form daher von Lindau (l. c. 117) mit Recht mit der Costantin'schen Art identifiziert wird.

Ebenso wird *Botrytis diffusa* Albert. et Schw. (Conspect. Fung. Lusatiae, 1805, p. 362) mit Recht von Jaczewsky und Lindau zu *Botryosporium* gestellt, da zwar weniger aus Greville's Taf. 126 in Scottish crypt. flora, 1825, III. Bd., als ganz deutlich aus der Originalbeschreibung von Albertini und Schweinitz hervorgeht, daß die sporentragenden Seitenzweige des Pilzes ganz so wie bei *Botryosporium* gebaut sind. Es heißt hier nämlich: »Sporulae in racemulo singulo subquaternae, subglobosae; dissilientes fumum seminalen copiosum emittunt.« Die »Sporulae« sind die blasigen Zweige, auf denen die kleinen Sporen sitzen. Ein Unterschied im Aufbau der Fruchthyphen

zwischen *B. diffusum* (A. et S.) und *B. pyramidale* Bon. ist nicht vorhanden.

Albertini und Schweinitz machen keine Angabe über die Form der Sporen. Solche findet man erst bei späteren Autoren. Nach Greville sind die Sporen kugelig. Ebenso sind die Sporen nach Corda's Beschreibung und Abbildung kugelig. (Sturm's Deutschlds. Flora, Pilze, 3. Bändch., 1837, p. 9, Taf. 5.) Auch Bonorden (l. c., Fig. 158) bildet die Sporen kugelig ab, zitiert aber im Texte (p. 110) falsch die Tafel XIX von Corda's Prachtflora.

Im Gegensatze dazu wurden in Lindau (Hyphomyceten, l. c.) offenbar nach Jaczewski die Sporen als ellipsoidisch beschrieben.

Es sind daher unter dem Namen *B. diffusum* zweierlei Pilze beschrieben.

Die drei Arten: *B. diffusum* sensu Jaczewski und Lindau, *B. pyramidale* Bon., *B. pyramidale* Cost. und wahrscheinlichst auch *B. leucostachys* Zopf sind offenbar derselbe Pilz.

Wenn derselbe (nach Maire) auch von *B. longibrachiatum* Oud. verschieden ist, so sind die Unterschiede doch fast nur habituelle und vegetative. Wesentliche Unterschiede scheinen mir völlig zu fehlen. Mir scheinen diese beiden Formen nur als Varietäten voneinander verschieden zu sein.

Nach allem Gesagten ergäbe sich nachfolgende Nomenklatur und Synonymie der besprochenen Pilze:

1. *Botryosporium diffusum* (A. et S.). Sporen kugelig.

2. *Botryosporium pyramidale* (Bonorden). Sporen elliptisch.

Syn.: *Phymatotrichum pyramidale* Bon., 1851.
Botrytis pyramidalis Sacc., 1886.
Botryosporium pyramidale Costantin, 1888.
» *leucostachys* Zopf, 1895.
» *diffusum* Jacz. u. Lindau non A. et S.

3. *Botryosporium pulchrum* Corda, 1839. Sporen elliptisch.

Syn.: *Botryosporium elegans* Corda, 1842.
Cephalosporium elegans Bon., 1851.
Botrytis longibrachiata Oud., 1890.
» *doryphora* Pound et Clements, 1893.

Botryosporium pulchellum Maire, 1900.
Cephalosporium dendroides Ellis et Kellermann, 1903.
Radaisiella elegans Bainier, 1910.

718. Über Thyrococcum Sirakoffii Bubák.

Unter diesem Namen wurde jüngst von F. Bubák ein Pilz auf Maulbeerzweigen aus Bulgarien beschrieben.[1]

Dieser Pilz ist ganz nahe verwandt, wenn nicht identisch, mit einem auf Ulmenzweigen auftretenden, der von Saccardo (Syll. Fung., III, p. 804) zuerst als *Coryneum compactum*, dann als *Steganosporium compactum* beschrieben wurde. Ich fand denselben auch auf Zweigen von *Ulmus campestris* aus Niederösterreich (Wolkersdorf, 1903) und erkannte, daß es keine Melanconiee, sondern eine hervorbrechende Tuberculariee ist und versetzte ihn vorläufig in die Gattung *Thyrococcum* (Fragmente zur Mykologie, 1907, III. Mitt., Nr. 155, in Sitzungsberichte d. kais. Akad. in Wien, Bd. 116, Abt. 1).

Dieser Pilz entspricht ganz gut der Beschreibung und Abbildung von *Thyrococcum Sirakoffii* Bubák. Die meist keuligen und oft oben abgestumpften dunkelbraunen Sporen zeigen meist 3 bis 6 Querwände und in einer bis 4 Zellen eine Längswand. Sie sitzen auf blässeren, ganz kurzen oder gut entwickelten, 6 bis 10 μ breiten, bis 40 μ langen Stielen. Ihre Größe schwankt von 40 bis 72 = 16 bis 24 μ. In vielen Sporen fehlt die Längswand.

Man bemerkt beim Vergleich dieser Angaben mit denen des Pilzes auf *Morus* allerdings kleine Unterschiede, allein es ist bekannt, daß mauerförmig geteilte Sporen in der Regel äußerst variabel sind.

Damit steht in bester Übereinstimmung, daß auf *Morus alba* noch ein anderer Pilz vorkommt (Bubák, l. c., p. 536), der *Thyrococcum Mori* (Nomura) Bubák genannt wurde und nur 25 bis 40 μ = 10 bis 18 μ große Sporen hat, welche meistens keine Längswand zeigen.

---

[1] Berichte der deutschen botan. Gesellschaft, 28. Jahrg., 1910 (ausgegeben 1911), p. 533, Taf. XVI.

Es will mir scheinen, daß diese drei Arten nur Formen einer Spezies sind, worüber jedoch nur eine genaue vergleichende Untersuchung und Kulturversuche entscheiden könnten.

Eine weitere hierhergehörige Form wurde als *Steganosporium compactum* Sacc. var. *Tiliae* Sacc. in Annales mycol., 1907, V. Bd., p. 21, beschrieben. Diese Form soll auf Ästen von *Tilia europaea* wachsen und stammt aus Mittelrußland. Wenn die Nährpflanze richtig angegeben ist, wird es wohl eine eigene Art sein, im übrigen scheint es eine den obigen Arten ganz ähnliche Form zu sein.

Alle diese vier Formen können nicht zu *Thyrococcum* gestellt werden, da die Aufstellung der Gattung *Thyrococcum* Sacc. auf einem Irrtum beruht.

Stemphylium (Thyrococcum) punctiforme Sacc. (Syll. Fung., 1892, X. Bd., p. 672) ist nach dem Originalexemplar, das ich vom Autor zur Prüfung erhielt, eine Sphaeropsidee, und zwar ein *Camarosporium*. Es sind im Blattparenchym von *Atriplex Halimus* eingewachsene, weichhäutige, kugelige Pycniden, die mit braunen, eiförmigen oder rundlichen, mauerförmig geteilten Sporen erfüllt sind.

Auf Chenopodiaceen sind, soweit mir bekannt, bisher 9 Arten und 2 Varietäten von *Camarosporium* beschrieben worden:

C. Roumeguèrii Sacc. (Syll., III, 469) mit den Varietäten *Kochiae* Sacc. und *Halimi* Maire; *C. Camphorosmae* (Cast.) Sacc. (III, 468); *C. Obionis* Jaap. (XVIII, 374); *C. Halimi* Maubl. (XVIII, 374); *C. patagonicum* Speg. (III, 469); *C. Atriplicis* Alm. et Souza (XVIII, 373); *C. Chenopodii* E. et Ev. (XIV, 966); *C. Rhagodiae* Tassi (XVI, 955); *C. Sarcinula* Sacc. et Berl. (X, 346).

Es ist wahrscheinlich, daß diese Arten zum größeren Teile zusammenfallen werden und als sicher anzunehmen, daß *Camarosporium Roumeguèri* Sacc. var. *Halimi* Maire, *C. Halimi* Maubl. und *C. Atriplicis* Alm. et Souza von *Thyrococcum punctiforme* Sacc. nicht spezifisch verschieden sein werden. Der Pilz hat *Camarosporium punctiforme* (Sacc.) v. H. zu heißen.

In der Tat hat mir die Untersuchung des Originalexemplares von *Camarosporium Roumeguèrii* Sacc. var. *Halimi* Maire gezeigt, daß dieser Pilz von *Camarosporium punctiforme* (Sacc.) v. H. kaum spezifisch verschieden ist.

Für die eingangs genannten Pilze muß eine neue Gattung aufgestellt werden: *Thyrostroma*, die zu den Tubercularieae-dematieae-phaeodictyae gehört.

Thyrostroma v. H. n. gen.

Sporodochien eingewachsen-hervorbrechend, warzenförmig oder polsterförmig, aus braunen Parenchymzellen bestehend, die oben meist senkrecht gereiht sind. Sporenträger einfach. Sporen braun, einzeln-endständig, dictyospor.

1. *Th. compactum* (Sacc.) v. H., 1911.

Syn.: *Coryneum compactum* Sacc., 1876.
Steganosporium compactum Sacc., 1882.
Thyrococcum compactum (Sacc.) v. H., 1907.

Th. compactum (Sacc.) v. H. var. *Tiliae* (Sacc.) v. H., 1911.

Syn.: *Steganosporium compactum* var. *Tiliae* Sacc., 1907.

2. *Th. Kosaroffii* (Briosi) v. H., 1911.

Syn.: *Steganosporium Kosaroffii* Briosi, 1910.[1]
Thyrococcum Sirakoffii Bubák, 1911.
Steganosporium Sirakoffii Bubák, 1909. (Nomen nudum.)

3. *Th. Mori* (Nomura) v. H., 1911.

Syn.: *Coryneum Mori* Nomura, 1904.
Thyrococcum Mori (Nomura) Bubák, 1911.

In diesen Fragmenten (1902, I. Mitt., Nr. 63) habe ich bemerkt, daß mehrere Arten der Gattung *Epicoccum* Link zweifellos mauerförmig geteilte Sporen haben. Den Typus der Gattung *Epicoccum*, nämlich *E. nigrum* Link, kenne ich nicht, doch werden dieser Gattung allgemein einzellige Sporen zugeschrieben, und dürfte *E. nigrum* nach der Figur in Saccardo, Fungi italici, Taf. 1218, zu urteilen in der Tat einzellige Sporen besitzen.

Wenn dies der Fall ist, können jene *Epicoccum*-Arten, welche mehrzellige Sporen haben, nicht in dieser Gattung ver-

[1] Atti R. Istit. bot. Pavia, Serie II, Vol. XII, p. 333 (1910).

bleiben. Ich hatte am zitierten Orte diese Arten in die Gattung *Thyrococcum* Sacc. gestellt. Da nun aber nach dem oben Gesagten *Thyrococcum* eine Sphaerioidee ist, muß für die *Epicoccum*-Arten mit mehrzelligen Sporen eine neue Formgattung aufgestellt werden, die ich nenne:

Clathrococcum v. H. n. gen.

Wie *Epicoccum*, aber Sporen mehrzellig.

Hierher werden gehören:

Epicoccum granulatum Penzig,
E. compactum B. et C.,
E. asperulum Otth.,
E. echinatum Pegl.,
Spegazzinia? effusa Karsten,
Thyrococcum humicola Buchanan.

Letztere Art wurde in Mycologia, 1911, III. Bd., p. 1, Taf. 34 und 35, beschrieben und angegeben, daß sie deutlich mehrzellige Sporen hat.

Wahrscheinlich gehören zu *Clathrococcum* noch viele der als mit deutlich retikulierten Sporen beschriebenen *Epicoccum*-Arten.

Myriophysella Spegazzini (Fungi chilenses, Buenos Aires, 1910, p. 198, c. Ic.) wird von *Clathrococcum* verschieden sein, da der Pilz fast gelatinös sein soll, und Spegazzini von einer Ähnlichkeit oder Verwandtschaft mit *Epicoccum* nichts sagt. Vielleicht ist *Myriophysella* das Conidienstadium einer *Atichia*. Spegazzini vergleicht die Gattung mit den Nostochaceen.

Namenverzeichnis.

Seite

Acanthostigma mirabile (Speg.) v. H. 451
Acanthothecicella n. gen. 451
» *barbata* (Pat.) v. H. 451
» *mirabilis* (Speg.) v. H. 451
Acanthothecis Clem. 410
Acanthothecium Speg. 410
Actiniopsis Starb. char. emend. v. Höhnel 413, 416, 417
» *atroviolacea* P. Henn. 413
» *congensis* P. Henn. 413
» *juruensis* P. Henn. 413
» *mirabilis* Rehm. 413
» *separato-setosae* P. Henn. 414
» *violaceo-atra* v. H. 417, 418
Actinocymbe n. gen. 416
» *separato-setosae* (P. H.) v. H. 416
Agyriopsis 386
Agyrium 386
Agyrona 386
» *punctoidea* (Rehm) v. H. 385
Agyronella 386
Allescheriella P. Henn. 404
» *uredinoides* P. H. 405
Anthostomella (Astrocystis) mirabilis (B. et Br.) v. H. 434
Apostemidium Karst. 456
» *Guernisaci* (Cr.) Boud. 456
» *vibrisseoides* (Peck.) Boud. 456
Aschersoniopsis globosa P. Henn. 390
Ascochytopsis Vignae P. Henn. 395
Ascomycetella Sacc. (non Peck non Ell. et Mart.) 390
Ascosorus floridanus (Ell. et Mart.) P. Henn. et Ruhl. .. 384
Aspergillus Penicilliopsis (H. et N.) Rac. 400

Seite

Asteropeltis Ulei P. Henn. 413
Asterothyrium P. Henn. non Müll. Arg. 393
» *microthyrioides* P. Henn. 392
Auerswaldia Puttemansii P. Henn. 443
» *quercicola* P. Henn. 405, 444
Auerswaldiopsis quercicola P. Henn. 405
Bactridiopsis P. Henn. 403
» *Ulei* P. Henn. 402
Balansia sclerotica (Pat.) v. H. 449
Beltrania rhombica Penz. 398
Biatorellina Buchsii P. Henn. 381
Botryosporium diffusum (A. et S.) 468
» » Jacz. Lind. (non A. et S.) 469
» *elegans* Cda. 467
» *leucostachys* Zopf 469
» *pulchellum* Maire 467
» *pulchrum* Cda. 467, 469
» *pyramidale* (Bon.) Cost. 467
Botryostroma n. gen. 424
» *inaequale* (Wint.) v. H. 425
Botrytis (Polyactis) doryphora P. et Cl. 467
» *longibrachiata* Oud. 467
« *pyramidalis* Sacc. 469
Bulgariopsis Möllerianus P. Henn. 386
» *scutellatus* P. Henn. 387
Busseella Capparidis P. Henn. 411
» *Caryophylli* P. Henn. 411
» *Marantaceae* P. Henn. 411
» *Stuhlmannii* P. Henn. 411
Capnodiopsis 386
» *mirabilis* P. Henn. 384
Capnodium arrhizum Pat. 450
» *fructicolum* Pat. 450
» *maximum* B. et C. 449, 450
» *Thwaitesii* Berk. 450
Catinula aurea Lév. 465
Cephaleuros virescens Kze. 411

Seite

Cephalosporium dendroides Ell. et Kell. 467
» *elegans* Bon. 467, 468
Chlorosplenium aeruginosum (O.) 463
Chromocrea Seav. 412
Ciboria Brockesiae (P. H.) v. H. 387
Cicinnobella parodiellicola P. Henn. 440
Clathrococcum v. Höhn. n. gen. 473
Coccochorella quercicola (P. H.) v. H. 406, 444
Coccospora Wallr. 403, 404
» *aurantiaca* Wallr. 403
» *lignatilis* (Schw.) v. H. 404
» *Ulei* (P. H.) v. H. 404
Colletotrichum macrosporum Sacc. 441
» *roseolum* P. Henn. 441
» *Vanillae* Scal. 441
» *(Colletotrichopsis) vinosum* P. Henn. 441
Coremium coeruleum (P. H.) v. H. 399
Corynelia carpophila Syd. 450
Coryneum compactum Sacc. 470
» *Mori* Nom. 472
Cryptosporella (Cryptosporina) Macrozamiae P. H. 437
Cryptosporina (P. Henn.) char. emend. v. Höhnel ... 437, 439
Diaporthe incrustans Nke. 460
Dictyomollisia albido-granulata Rehm 390
Didymella confertissima Sacc. 425, 455
Didymobotryopsis parasitica P. Henn. 398
Didymosphaeria Dryadis (Fckl.) Berl. et Vogl. 431
» *rhytidosperma* Speg. 434
» *scabrispora* v. H. 434
Didymostilbe Coffeae P. Henn. 399
Diplopeltis Zimmermanniana P. Henn. 410
Diplopeltopsis Zimmermanniana P. Henn. 410
Diplotheca Starb. 456
» *Uleana* P. Henn. 456
Discomycopsella Bambusae P. Henn. 409
Discula Laubertiana Sacc. 466
Dothidea Heliopsidis Schw. 462

Seite

Dothidella Speg. 422, 452
» *Hieronymi* Speg. 422
Dothiorella Sacc. 463
» *pyrenophora* (Berk.) Sacc. 463
» *Tulasnei* Sacc. 463
Dothiorina n. gen. 463, 464
» *Tulasnei* (Sacc.) v. H. 464
Endogone xylogena Schröt. 403
Epheliopsis Turnerae P. Henn. 436
Epichloë sclerotica Pat. 449
Epicoccum asperulum Otth. 473
» *compactum* B. et C. 473
» *echinatum* Pegl. 473
» *granulatum* Penz. 473
Epidochium Fr. 464
» *atrovirens* Fr. 465
» *melanochlorum* Desm. 464, 465
Euryachora Fckl. 421, 422
» *betulina* (Fr.) Schr. 422
» *stromatica* (Rehm) v. H. 422
» *thoracella* (Rostr.) Schröt. 422
» *Ulmi* (Duv.) Schr. 422
Eutypa Turnerae Tassi 436
Exogone Kaiseriana P. Henn. 386
Gaillardiella Pat. 419
Gloeopeniophora incarnata 445
Gyrocratera Plöttneriana P. Henn. 388
Haplariopsis Cordiae P. Henn. 397
Haplodothis n. gen. 422, 423
» *Araucariae* (Rehm) v. H. 424
» *singularis* (P. H.) v. H. 423
Henningsiella 386
Hormodochium Sacc. char. emend. v. Höhnel 465
» *melanochlorum* (Desm.) v. H. 465
» *olivaceum* v. H. 466
Hypocrea (Phaeocrea) rufoalutacea P. Henn. 412
Hypocreopsis? hypoxyloides Speg. 451

Seite

Hysterostomella Tetracerae (Rud.) v. H. 455
Ijuhya Starb. char. emend. v. Höhnel 413, 417
Yoshinagaia Quercus P. Henn. 408
Irpex fuscoviolaceus 447
Isariella Auerswaldiae P. Henn. 442
Janseella Asteriscus P. Henn. et E. Nym. 382
Kusanoa japonica P. Henn. et Shir. 388
Lecideopsella 386
Leptosphaeria Alliariae Fckl. 459
» *Arabidis* All. 459
» *caespitosa* Nssl. 461
» *conferta* Nssl. 459
» *Doliolum* (P.) 459
» *Drabae* (Nyl.) Karst. 459
» *Eryngii* H. Fabr. 459
» *eustoma* (Fr.) Sacc. 459
» » forma *Lunariae* (B. et Br.) Berl. .. 459
» » forma *olericola* (B. et C.) Berl. 458
» *galiicola* Sacc. var. *brachyspora* Sacc. 459
» *impressa* Preuss. 458
» *Lunariae* (B. et Br.) Sacc. 459
» *maculans* (Desm.) 458
» *Napi* Fckl. 459
» *norvegica* Rostr. 459
» *olericola* (B. et C.) Sacc. 458
» *planiuscula* Riess. 459
» *salebrosa* (Preuss.) Sacc. 458, 462
» *Sowerbyi* (Fckl.) Sacc. 459
» *(Astrosphaeria) Trochus* (P. et S.) v. H. ... 434
» *virginica* (C. et E.) Berl. 459
Licopolia Franciscana Sacc. et Syd. 454
Lisea Tibouchinae Rehm 430
Lizonia Araucariae Rehm 423
» *Baccharidis* Rehm 423, 425
» *bertioides* Sacc. et Berl. 426
» *(Lizoniella) Cupaniae* Rehm 426
» *emperigonia* (Auersw.) Ces. et de Not. 419

Seite

Lizonia (Lizoniella) Gastrolobii P. Henn. 418
» *? inaequalis* Wint. 424, 425
» *Johansonii* Rehm 431
» *Lagerheimii* Rehm 430
» *(Lizoniella) Leguminis* Rehm 430
» » *Oxylobii* Rehm 420
» *? paraguayensis* Speg. 429
» *(Lizoniella) Perkinsiae* P. Henn. 429
» *Rhynchosporae* Rehm 421
» *Selaginellae* Rac. 426
» *(Lizoniella) singularis* P. Henn. 422, 423
» *Smilacis* Rac. 426
» *stromatica* Rehm 421
» *Syzygii* Rac. 428
» *Uleana* Sacc. et Syd. 427
» » forma *Tournefortiae* Rehm 427
Lizoniella fructigena Syd. 430
» *Gastrolobii* (P. Henn.) Sacc. 418, 420
Lophiella Bambusae P. Henn. 409
Melogramma paraguayum (Speg.) v. H. 453
Melophia ophiospora (Lév.) Sacc. 396
Merilliopeltis Calami P. Henn. 432
Melittiosporium Schnabianum (Rehm) v. H. 458
Microperella n. gen. 408
Midotiopsis bambusicola P. Henn. 379
Moellerodiscus Brockesiae P. Henn. 387
Mohortia Carestiana (Bres.) v. H. 445
Montagnella Speg. 425, 452
» *confertissima* (Sacc.) v. H. 455
» *Heliopsidis* (Schw.) E. et Ev. 461
» *minor* (Speg.) v. H. 425, 455
» *tumefaciens* (E. et Hark.) E. et Ev. 461
Munkia globosa (P. H.) v. H. 391
» *Martyris* Speg. 391
Munkiella Speg. 424, 452
» *inaequalis* (W.) Speg. 425
Mycoidea parasitica Cunn. 411

Seite

Mycomalus bambusinus Möll. 391
Myriangina mirabilis (P. Henn.) 390
Myriangiopsis sulphurea (Wint.) P. H. 390
Myriangium M. et Berk. 390, 456
Myriophysella Speg. 473
Myxosporium Mali Bres. 466
Nectria Lagerheimii (Rehm) v. H. 430
» *lizoniodes* v. H. 429
Negeriella P. Henn. emend. v. Höhnel 402
» *chilensis* P. Henn. 401
Nymanomyces Aceris-laurini P. Henn. 384
Ombrophila Mölleriana (P. H.) v. H. 387
Opegraphella Müll. Arg. 410
Ophiobolus barbatus Pat. 450
Ophioceras dolichostomum (B. et C.) Sacc. 432
» *filiforme* (P. H.) v. H. 432
Ophiochaete Sacc. 451
» *barbata* (Pat.) Berl. 451
Ophiodictyon Sacc. et Syd. char. emend. v. Höhnel .416, 418
Ordonia 444
» *orthobasidion* Rac. 444, 445
Otthia bertioides (Sacc. et Berl.) v. H. 427
» *gemmicola* Rick. 431
» *Selaginellae* (Rac.) v. H. 426
» *Smilacis* (Rac.) v. H. 426
» *Syzygii* (Rac.) v. H. 429
» *Uleana* (Sacc. et Syd.) v. H. 427
Otthiella Leguminis (Rehm) v. H. 430
» *paraguayensis* (Speg.) v. H. 430
» *Syzygii* (Rac.) v. H. 429
» *Tournefortiae* (Rehm) v. H. 427
Pachyspora Kirschst. 419
Pemphidium Mont. 435
Penicilliopsis brasiliensis Möll. 400
» *clavariaeformis* Solms-Laub. 400
» *Dybowskii* Pat. 400
» *juruensis* P. Henn. 401

Seite

Penicilliopsis palmicola P. Henn. 401
Perisporium (Perisporiella) Myristicae P. Henn. 408
Phaeoderris v. H. 461, 462
» *caespitosa* (Nssl.) v. H. 461
» *Heliopsidis* (Schw.) v. H. 462
» *Labiatarum* v. H. 462
» *salebrosa* (Preuss) v. H. 461
» *tumefaciens* (E. et Hark.) v. H. 462
Phaeodomus Lauracearum v. H. 443
Phaeophacidium Escalloniae P. H. et Lind. 383
Phaeopterula juruensis P. Henn. 412
Phaeorhytisma Lonicerae P. H. et E. Nym. 383
Phaeoscutella Gynerii P. Henn. 411
Phoma Lingam (Tde.) Desm. 459, 463
Phragmidiella Markhamiae P. Henn. 411
Phragmographum Bactridis P. Henn. 410
Phragmonaevia (Naeviella) coeruleo-viridis (Rehm) v. H. 382
Phragmopeltis P. Henn. char. emend. v. Höhnel 395
» *Siparunae* P. Henn. 393
Phyllachora Tjankorreh Rac. 409
Phymatotrichum pyramidale Bon. 467, 468
Plenodomus Rabenhorstii Pr. 460, 463
Plöttnera coeruleo-viridis (Rehm) P. Henn. 381
Plowrightia Gastrolobii (P. H.) v. H. 420
» *Oxylobii* (P. H.) v. H. 420
» *Rhynchosporae* (Rehm) v. H. 421
Podosporium Pouroumae v. H. 380
Polyporus albidus Trog. 448
» *osseus* Kalchbr. 448
» *Ptychogaster* Ludw. 447
Polystictus abietinus 447
Porina americana var. *epiphylla* Feé. 413
Poropeltis Davillae P. Henn. 455
Pritzeliella coerulea P. Henn. 399
Protomyces Sacc. p. p. 404
» *xylogenus* Sacc. 403
Pseudobeltrania Cedrelae P. Henn. 397

Seite

Pseudodiscula endogenospora Laub. 466
Pseudosphaerella v. H. n. gen. 425
» *Baccharidis* (Rehm) v. H. 420, 426
» *Cupaniae* (Rehm) v. H. 426
Pterula (Phacopterula) hirsuta P. Henn. 411
Ptychogaster albus Cda. 447
Puttemansia Aurantii (P. H.) v. H. 406
» *coccicola* (E. et Ev.) v. H. 408
Puttemansiella Desmodii P. Henn. 439
Radaisiella elegans Bain. 466, 470
Radulum laetum Fr. 445
Rehmiomyces Pouroumae P. Henn. 379
Rosenscheldia Speg. 452
» *paraguaya* Speg. 452
Ruhlandiella berolinensis P. Henn. 387
Saccardinula costaricensis Speg. 416
» *guaranitica* Speg. 416
» *myrticola* Rehm 416
Schizacrospermum filiforme P. Henn. 431
Schizoxylon alneum Feltg. 456
» *Berkeleyanum* (D. et Lév.) 457
» *graecum* v. H. 457
» *insigne* de Not. 457
» *Sarothamni* (Fckl.) Rehm 457
Scirrhiopsis hendersonioides P. Henn. 409
Scleroderris betulina (Peck) Sacc. 461
Sclerophoma endogenospora Laub. 466
» *Mali* (Bres.) v. H. 466
» *Mali* Syd. 466
Sclerotium sphaeriaeforme Lib. 463
Scoleconectria coccicola (E. et Ev.) Seav. 406
Septobasidium 444
» *Cinchonae* Rac. 445
» *frustulosum* (B. et Br.) Pat. 444
» *humile* Rac. 445
» *Mompa* Rac. 445
» *rubiginosum* Pat. 445

Seite

Septobasidium stereoides (P. H.) v. H. et L. 445
Septothyrella nov. nom. 393
Seynesiopsis rionegrensis P. Henn. 396
Sorica Dusenii G. 449
Spegazzinia? effusa Karst. 473
Sphaeria Lingam Tde. 458, 459
» *Olerum* Moug. 463
» *salebrosa* Preuss 459, 462
» *Tunae* Spreng. 455
Sphaerosoma (Euphaerosoma) fuscescens Klotzsch 388
Sphaerosporium Schw. 403
» *lignatile* Schw. 402
Sphaerostilbe (Sphaerostilbella) lutea P. Henn. 412
Squamotubera Le Ratii P. Henn. 409
Steganosporium compactum Sacc. v. *Tiliae* Sacc. ... 471, 472
» *Kusanoffii* Briosi 472
» *Sirakoffii* Bub. 472
Stereum septobasidioides P. Henn. 445
Stilbothamnium amazonense P. Henn. 400
» *javanicum* P. Henn. 401
» *Penicilliopsis* P. H. et E. Nym. 400
» *togoënse* P. Henn. 399
Sistotrema glossoides Pers. 446
Telimena Erythrinae Rac. 453
Tetracrium P. H. emend. v. Höhnel 407
» *Aurantii* P. Henn. 405, 408
» *coccicola* (E. et Ev.) v. H. 407
Thyrococcum compactum var. *Tiliae* (Sacc.) v. H. 472
» *humicola* Buch. 473
» *Mori* (Nomura) Bub. 472
» *Sirakoffii* Bub. 470, 472
Thyrostroma v. H. n. gen. 472
» *compactum* (Sacc.) v. H. 472
» *Kosaroffii* (Briosi) v. H. 472
» *Mori* (Nomura) v. H. 470, 472
Trichothelium atroviolaceum (P. H.) v. H. 413
» *epiphyllum* (Fée.) Müll. Arg. 413

Seite

Uleomyces parasiticus P. Henn. 388
Venturia calospora (Speg.) v. H. 434
Vermicularia Liliacearum (West.) var. *brasiliensis* Sacc. 441
» *Vanillae* Del. 441
Yoshinagaia Quercus P. Henn. 408
Zukalina 386
» *dura* (Zuk.) Rehm 386
» *neglecta* (Zuk.) O. K. 386
Zukaliopsis amazonica P. Henn. 388

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. V. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Radiolarien aus der Adria

von

Dr. Gustav Stiasny.[1]

K. k. Zoologische Station, Triest.

(Mit 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1911.)

Über das Vorkommen von Radiolarien in der Adria ist noch sehr wenig bekannt. Es liegen darüber, soweit ich feststellen konnte, nur Angaben von Cori, Steuer, Lazar Car, Moroff und mir vor. Cori und Steuer (1) berichten in ihrer gemeinsam verfaßten Notiz über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 und 1900 über das Auftreten von *Acanthometra* und *Sticholonche*. Steuer (2, 3), der das Plankton des Triester Golfes viele Jahre hindurch studierte, berichtet über das Auftreten von koloniebildenden Radiolarien (*Sphaerozoum* und *Collozoum*) im Golf von Triest und bei Rovigno und erwähnt das Vorkommen von *Thalassicolla* in der südlichen Adria. In seinen Tabellen verzeichnete er genauer das Auftreten von Acanthometriden bei Triest, und zwar wahrscheinlich von *Acanthometron pellucidum* J. M. — Lazar Car (4) beschreibt in einer kleinen Notiz eine neue Acanthometridenspecies aus dem Triester Golfe und erwähnt in einer vorläufigen Mitteilung (5)

[1] Die vorliegende Arbeit ist der dritte Teil der Ergebnisse der in den Jahren 1907 und 1909 auf dem Dampfer »R. Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno unternommenen Planktonfahrten (siehe diese Sitzungsber. Bd. CXIX, Abt. 1, November 1910 [Steuer, Adriat. Planktoncopepoden]). Bezüglich der Reiseroute vergleiche man die in Steuer's Copepodenarbeit enthaltene Textfigur 1.

über Planktonproben aus der Adria in seinen Fanglisten ganz allgemein »Radiolarien« ohne nähere Angabe.

In seiner »Planktonkunde« bespricht Steuer (6) wieder nur ganz allgemein das Vorkommen von Acanthometriden und erwähnt die Auffindung von koloniebildenden Radiolarien im Triester Golfe und in der Adria nur ganz nebenbei.

In den kurzen Berichten über die alljährlichen Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes habe ich (7, 8, 9) hauptsächlich über das Auftreten von *Acanthometron pellucidum* J. M. berichtet. In der einen Notiz (7) erwähnte ich dann noch die gelegentliche Beobachtung einiger anderer Acanthometriden im Golfe. Die gemeinsam von Th. Moroff und mir (10) über Bau und Entwicklung von *Acanthometron pellucidum* J. M. angestellten Untersuchungen sind nicht systematischen Charakters, sondern betreffen hauptsächlich die Entwicklung dieses koloniebildenden Radiolars.

Von meiner Mitteilung über *Sticholonche Zanclea* Hertw. (11) sehe ich hier ab, da die Zugehörigkeit dieses merkwürdigen Tieres zu den Radiolarien, das seit mehreren Jahren Gegenstand meiner Studien ist, wohl höchst wahrscheinlich, aber noch nicht sichergestellt ist. Die bisherigen Angaben betreffen also fast ausschließlich Acanthometriden. Ich habe daher mit Freude die sich mir darbietende Gelegenheit ergriffen, die Radiolarienfauna der Adria etwas genauer zu untersuchen.— Das mir von Herren Professor Dr. Adolf Steuer und Dr. Thilo Krumbach übergebene Material stammt von zwei Fahrten des Dampfers »Rudolf Virchow« der Deutschen Zoologischen Station in Rovigno, welche in den Jahren 1907 und 1909 an der dalmatinischen Küste unternommen wurden. Es bestand aus 2 großen Pulvergläsern, 28 Flakons und 5 Dauerpräparaten. In einigen Tuben waren bereits Radiolarien isoliert. In den meisten Fällen suchte ich jedoch die Radiolarien aus den Fängen selbst aus. Ein Präparat mit der Aufschrift: 18115—64 »Nördliche Adria«, ohne nähere Fundort- und Zeitangabe stammt aus dem Universitätsinstitut Innsbruck und wurde von Herrn Dr. Hofeneder angefertigt. Die darin enthaltenen Radiolarien wurden in die folgenden Listen mitaufgenommen. Die Konservierung des Materials zuerst in Formol

mit nachfolgender Übertragung in hochprozentigen Alkohol erwies sich als sehr günstig.

Herrn Prof. Dr. A. Steuer und Herrn Dr. Th. Krumbach spreche ich für die Überlassung des interessanten Materials zur Bearbeitung meinen besten Dank aus. Ersterem habe ich auch für einige Literaturhinweise und sonstige Ratschläge aus seiner reichen Erfahrung meinen Dank zu sagen.

I. Allgemeiner Teil.

Im ganzen erwies sich die Radiolarienausbeute im Verhältnis zur geringen Zahl der Fänge als reichhaltig. Das mir vorliegende Material umfaßt 21 Spezies von Radiolarien. Da es zum Teil aus größeren Tiefen (100, 200 und angeblich 1000 *m*) stammt und in der Adria in solchen Tiefen nur sehr selten gefischt wurde, ist es nicht erstaunlich, daß eine ganze Reihe für die Adria neuer Formen, solcher, die bisher nicht im Mittelmeer und einige (2) überhaupt neue Formen aufgefunden wurden. Der interessanteste Fund ist *Aulactinium Burckhardti* n. sp., deren nächstverwandte Spezies nur aus dem südlichen Pazifik und dem antarktischen Ozean bekannt sind. In den Fängen sind alle vier großen Gruppen der Radiolarien vertreten. Als häufigste Form in fast allen Fängen vorkommend erwies sich *Acanthometron pellucidum* J. M., als nächst häufige, jedoch einem tieferen Horizonte (ab 100 *m*) angehörig, *Spongosphaera streptacantha* Haeck. Auch Sphaerozoën sind nicht selten. Alle übrigen Radiolarien wurden nur in wenigen Exemplaren, manche nur in einem einzigen gefunden. Die zufällige Auffindung einiger *Monocyttaria* und *Collosphaera*-Nester in der Gallerte von Sphaerozoën, Salpen und Appendiculariengehäusen — die später systematisch durchsucht wurden — legt den Schluß nahe, daß die Radiolarienfauna der Adria vielleicht noch viele ungehobene Schätze birgt und daß namentlich die Mikroradiolarien nur infolge Unzulänglichkeit der Fangmethoden nicht zur Beobachtung gelangt sind. Sehr bedauerlich ist, daß auch bei diesen Fahrten nicht mit Schließnetz, sondern meist mit dem offenen Helgoländer Scherbrutnetz gearbeitet wurde. So kommt es, daß in ein und demselben

Fang echte Tiefseeradiolarien neben typischen Oberflächenformen vorkommen. Es läßt sich daher auf Grund der vorliegenden Fänge nur wenig über die horizontale und nichts über die vertikale Verteilung der Radiolarien in der Adria sagen. Als wichtiges Postulat für die weitere Planktonforschung in der Adria, die ja in nächster Zeit erfreulicherweise energisch in Angriff genommen werden dürfte, ergibt sich unter anderem die Anwendung eines feinmaschigen Schließnetzes und Abfischung ganz bestimmter Horizonte.

Überblicken wir die Fanglisten, so fällt sofort auf, daß die Fänge von Lucietta und Ragusa, also die südlichsten Punkte der Reiseroute, die größte Zahl der Arten von Radiolarien aufweisen. Die nördlicheren Stationen (Barbariga, Quarnero, Cigale, Selve, Zara) sind viel artenärmer. Die Artenzahl der Radiolarien keilt also nach Norden zu aus. Über das Verhalten in quantitativer Hinsicht vermag ich nichts zu sagen. Es wäre dies vom Standpunkte eines Vergleichs mit anderen Planktonten von großem Interesse, da Steuer (12) bei adriatischen Planktoncopepoden gefunden hat, daß bei abnehmender Quantität des Gesamtplanktons nach Süden die Artenzahl der Copepoden im selben Maße steigt. Von den bei Lucietta und Ragusa aufgefundenen Formen wurde — abgesehen von Acanthometriden — nur *Stylodictya multispina* Haeck. in 1 Exemplar im Kanal di Selve (Station 5) gefunden.

Aus dem Fehlen von Radiolarien in den Fängen der Station 7 bis 11 geht auf das deutlichste die Empfindlichkeit dieser Tiere gegen Aussüßung des Seewassers hervor.

II. Spezieller Teil.

1. Fangjournal.

1. Vor Barbariga, $1^1/_2{}^h$ nachts, 28. Juli 1909, 30 *m* Tiefe:
   Acanthometron pellucidum J. M. im Zustande der Schwärmerbildung in mehreren Exemplaren.

2. Quarnero, Mitte des Südrandes, 5^h früh, 28. Juli 1909, 35 *m* Tiefe:
   Acanthometron pellucidum J. M. im Zustande der Schwärmerbildung (vereinzelt).

3. Corrente an der Südostküste von Lussinpiccolo, 10^h vormittags, 28. Juli 1909, Oberfläche:

Acanthometron pellucidum J. M. im Zustande der Schwärmerbildung (vereinzelt).

4. Vor Cigale auf Lussinpiccolo, 10^h 30^m vorm., 28. Juli 1909, 50 *m* Tiefe.

---

5. Kanal von Selve, 1^h mittags, 31. Juli, 110 *m* Tiefe: 6^h abends Rückfahrt:

Stylodictya multispina Hkl.

6. Südlich von Zara, 8^h früh, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe:

Acanthometron pellucidum J. M., in zahlreichen Exemplaren, im Stadium der Schwärmerbildung.

7. Bei S. Vito (Sebenico) 4^h nachm., 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

---

8. Bei Lukš (Sebenico), nach 4^h nachmittags, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

9. Proklyan, Seemitte, 4^h 15^m nachmittags, 29. Juli 1909, 12 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

10. Proklyan, Einmündung der Krka in den See, nach 4^h 30^m nachmittags, 29. Juli 1909, 15 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

11. Vor Scardona, in der Krka, 5^h nachmittags, 29. Juli 1909, 7 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

12. Bei Lucietta, mittags, 30. Juli 1909, 200 *m* und 100 *m* Tiefe:

Spongosphaera streptacantha Haeck.
Acanthosphaera tenera nov. sp.
Hexaconthium asteracanthion Haeck.
Stylodictya multispina Haeck.
Sphaerozoum ovodimare mihi.
Acanthometridae juv. et adult.

(wahrscheinlich meist *Acanthometron pellucidum* J. M.)

Dictyophimus tripus Haeck.
Lithomelissa thoracites Haeck.
Peridium spinipes Haeck.
Tetraspyris spec. indet.
Coelodendrum ramosissimum Haeck.
Aulacantha scolymantha Haeck.

13. Vor Ragusa, 15. bis 19. Juni 1907 (aus angeblich über 1000 *m* Tiefe) von Prof. R. Burckhardt gefischt:

Thalassolampe sp. indet.
Sphaerozoum neapolitanum Brandt.
Collosphaera Huxleyi J. M.
Haliomma erinaceum Haeck.
Haliomma tenellum Haeck.
Spongosphaera streptacantha Haeck.
Acanthometridae juv. et adult. indet.
Aulactinium Burckhardti nov. sp.

14. Präparat aus dem zoologischen Institut, Innsbruck Nr. 18115. Leg. Hofeneder. Mit der Aufschrift: + 64, Nördliche Adria.

Acanthometron pellucidum J. M.
Acanthometron bulbosum Haeck.
Larcidium polyacanthum Haeck.
Dictyaspis solidissima Haeck.

2. Verzeichnis der vom Stationsdampfer „Rudolf Virchow" in den Jahren 1907 und 1909 und von Dr. Hofeneder in der Adria gesammelten Radiolarien.

(Die für die Adria neuen Gattungen und Arten sind ***fett*** gedruckt.)

Legion *Spumellaria.*
Unterlegion *Sphaerellaria.*
Ordnung *Sphaeroidea.*
Familie *Cubosphaerida.*
Subfamilie *Hexaconthida.*
Genus *Hexacontium.*
Subgenus *Hexacontella.*

Hexacontium asteracanthion Haeck.

Eingebettet in die Gallerte einer Kolonie von *Collosphaera Huxleyi* J. M.

Fundort: Lucietta. ○.

Familie *Astrosphaerida.*
Subfamilie *Coscinommida.*
Genus *Acanthosphaera.*
Subgenus *Rhaphidococcus.*
Acanthosphaera tenera nov. sp.

Schale sehr dünnwandig, Durchmesser zirka 10mal so lang als eine Pore, Maschen fast stets regelmäßig hexagonal, Zwischenbalken ganz dünn, gleich breit, am Ende nicht verdickt. Von jeder Maschenecke entspringt ein dünner, spitz zulaufender nadelförmiger Radialstachel, der zirka so lang ist als der Durchmesser der Schale.

Diese neue Art steht unter den bisher beschriebenen Spezies von *Acanthosphaera* der *tenuis* Haeck. am nächsten, unterscheidet sich jedoch von ihr durch die viel größere Länge der Nebenstacheln.

Größe: Durchmesser der Schale: 0·11 *mm*, der Poren 0·008 *mm*, Länge der Stacheln 0·10 *mm*.

Fundort: Lucietta. ○.

Familie *Astrosphaerida.*
Subfamilie *Haliommida.*
Genus *Haliomma.*
Subgenus *Haliomilla.*
Haliomma erinaceum Haeck.
(sensu latiori Mast).

Fundort: Ragusa. ○.

Haliomma tenellum Haeck.?

Bruchstück einer zertrümmerten Schale mit größtenteils abgebrochenen Stacheln.

Fundort: Ragusa. ○.

Subfamilie *Spongiommida.*
Tribus *Rhizosphaerida.*
Genus *Spongosphaera.*
Spongosphaera streptacantha Haeck.

Nach Haeckel ist dieses Radiolar eine kosmopolitische in allen wärmeren Meeren vorkommende häufige Oberflächenform. Im Mittelmeer gehört sie jedoch, wie Brandt bereits 1888 nachwies, den größeren Tiefen, der Challengeriden- und Tuscarorenschicht Haecker's an. Auch von der »Valdivia« wurde sie nach Mast an zahlreichen Stationen in großer Tiefe gefunden. In der Adria wurde sie bisher noch nicht nachgewiesen. Sie kommt auch hier nicht an der Oberfläche, sondern erst von 100 *m* abwärts recht häufig vor. Sie liegt in verschiedenen Entwicklungsstadien vor. In größerer Tiefe scheint sie häufiger zu sein als in der Zone des Knephoplanktons.

Fundorte: Lucietta, Ragusa. ○ ○ ○.

Ordnung *Discoidea.*
Familie *Porodiscida.*
Subfamilie *Stylodictyida.*
Genus *Stylodictya.*
Subgenus *Stylodictyon.*
Stylodictya multispina Haeck.

2 Exemplare von zwei verschiedenen Fundorten, nicht besonders erhalten, Radialstacheln abgebrochen.

Fundort: Lucietta, Kanal di Selve. ○.

Ordnung *Larcoidea.*
Familie *Larcarida.*
Subfamilie *Coccolarcida.*
Genus *Larcidium.*
Larcidium polyacanthum Haeck.

Fundort: »Nördliche Adria« leg. Hofeneder. ○.

Unterlegion *Polycyttaria.*
Familie *Sphaerozoidae.*
Gattung *Sphaerozoum.*
Sphaerozoum ovodimare Haeck., mihi.
syn. *Sphaerozoum punctatum* (Huxley) Müll.

In zahlreichen, aber nur vegetativen Exemplaren gefunden.

Stets waren die Nadeln frei von Dornen und ganz glatt. Ich kann mich daher Brandt nicht anschließen, der alle Spezies mit zahlreichen tangentialen *punctatum*-Nadeln zu einer einzigen Spezies (*punctatum*) zusammenfaßt. Wäre *Sphaerozoum punctatum* Huxl. wirklich identisch mit *Sp. ovodimare* Haeck., so müßten bei letzterer Art wenigstens andeutungsweise oder ab und zu Dornen an den Nadeln zu finden sein. Dies ist jedoch nicht der Fall. So stimme ich Haeckel bei, der in dem Mangel von Schenkeldornen einen spezifischen Unterschied zwischen den beiden Arten *ovodimare* und *punctatum* erblickt und halte Brandt gegenüber die Haeckel'sche Spezies *ovodimare* aufrecht.

Fundort: Lucietta. ○ ○ ○.

Sphaerozoum neapolitanum Brandt.

Fundort: Ragusa. ○ ○ ○.

Familie *Collosphaeridae.*
Subfamilie *Acrosphaeridae.*
Gattung *Collosphaera.*
Collosphaera Huxleyi J. M.

Nur vegetative Stadien.
Fundort: Ragusa. ○ ○ ○.

Unterlegion *Collodaria.*
Ordnung *Colloidea.*
Familie *Thalassicollidae.*
Genus *Thalassolampe.*

Thalassolampe spec. indet.

Die genaue Identifizierung dieses Exemplars war nicht möglich. Es ist in einem Dauerpräparat von R. Burckhardt enthalten und zeigt eine ganz diffuse tiefrote Färbung des Zentralkapselinhaltes. Mit einiger Sicherheit läßt sich das Vorhandensein von Alveolen innerhalb der Zentralkapsel behaupten, dagegen nicht, ob solche auch im Ektoplasma vorhanden sind, weil die ganze Oberfläche des Tieres durch alle möglichen Fremdkörper: Detritus, Diatomaceen, Algenfäden etc. stark verunreinigt ist. Auch die Kernverhältnisse sind infolge der mangelhaften Differenzierung sehr schwer mit Sicherheit zu beurteilen. Im Zentrum der Zentralkapsel hebt sich eine rundliche Partie ziemlich deutlich ab, die ich als Kern auffasse. Da derselbe nicht verzweigt ist oder radiale Aussackungen treibt, kann es sich hier — das Fehlen der extracapsularen Alveolen vorausgesetzt — nur um *Thalassolampe* handeln. Am ehesten stimmt das Exemplar mit *Th. margarodes* Haeck. überein, unterscheidet sich jedoch davon durch seine etwas geringere Größe und die verhältnismäßig starke Ausbildung der extracapsularen Gallerte und des Pigmentes. In der Gallerte sind neben den erwähnten Fremdkörpern drei Nester von *Collosphaera Huxleyi* J. M. eingebettet.

Größe: Durchmesser der ganzen Kugel: 1·3 *mm*, Durchmesser der Zentralkapsel: 0·4 *mm*.

Fundort: Ragusa (1 Exemplar). ○.

Legion *Acantharia*.
Unterlegion *Acanthometra*.
Ordnung *Acanthonida*.
Familie *Acanthometridae*.
Genus *Acanthometron* J. M. (Haeck.).
Subgenus *Acanthometron* Pop.
Acanthometron pellucidum J. M.

Häufigstes Radiolar in den Fängen. Fast stets im Zustande der Schwärmerbildung mit kollabiertem oder aufgelöstem Skelette und abgerundeter Zentralkapsel vorgefunden und dann

nur sehr schwer bestimmbar. Nur ein einziges Exemplar (Fundort: »Nördliche Adria«, leg. Hofeneder) in vegetativem Zustande mit gut erhaltenem Skelett und polyedrischer Zentralkapsel.

Fundorte: Barbariga, Mitte des Quarnero, Corrente vor Lussinpiccolo, Zara, Lucietta, Ragusa. ○ ○ ○.

Acanthometron bulbosum Haeck.

Fundort: »Nördliche Adria«, leg. Hofeneder. ○.

Unterlegion *Acanthophracta.*
Ordnung *Ramososphaera.*
Familie *Dorataspida.*
Genus *Dorataspis.*

Dictyaspis solidissima Haeck.

Fundort: »Nördliche Adria«, leg. Hofeneder. ○.

Legion *Aconopylaria.*
Sublegion *Cyrtellaria.*
Ordnung *Spyroidea.*
Familie *Zygospyrida.*
Subfamilie *Tetraspyrida.*
Genus *Tessarospyris.*

Tetraspyris spec. indet.

Schale länglich oval, bienenkorbähnlich, zirka $1^1/_2$mal so lang als breit, ohne sagittale Einschnürung und mit kleinen rundlichen Poren. Basalplatte mit zwei größeren und zwei kleineren Poren. Die beiden lateralen Füße etwas kürzer als die Schale, der eine sagittale nach abwärts gerichtete ziemlich kurz, der zweite sagittale sehr lang, länger als die Schale.

Da nur ein einziges zertrümmertes Exemplar vorliegt, ist eine genauere Beschreibung und Bestimmung nicht möglich.

Fundort: Lucietta. ○.

Sublegion *Cyrtellaria.*
Ordnung *Cyrtoidea.*
Unterordnung *Dicyrtida.*
Familie *Tripocyrtida.*
Subfamilie *Sethopilida.*
Genus *Lithomelissa.*
Subgenus *Micromelissa.*

Lithomelissa thoracites Haeck.

Fundort: Lucietta. ○ ○.

Familie *Tripocyrtida.*
Subfamilie *Sethopilida.*
Genus *Dictyophium.*
Subgenus *Dictyophimium.*

Dictyophimus tripus Haeck.

Fundort: Lucietta. ○.

Unterordnung *Monocyrtida.*
Familie *Tripocalpida.*
Subfamilie *Archiperida.*
Genus *Peridium.*
Subgenus *Archiperidium.*

Peridium spinipes Haeck.

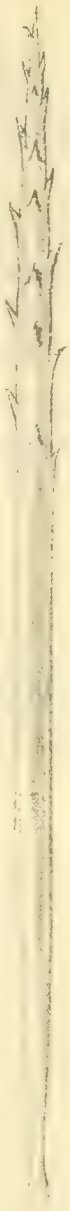
Fundort: Lucietta. ○.

Legion *Tripylaria (Phaeodaria).*
Unterordnung *Phaeocystina.*
Familie *Aulacanthidae.*
Gattung *Aulactinium.*

Aulactinium Burckhardti nov. sp.

Radialstacheln zylindrisch, gerade, nach beiden Seiten zu etwas verjüngt, am proximalen Ende leicht keulenförmig verdickt. Die proximalen beiden Drittel glatt, das distale Drittel mit zahlreichen, kleinen, distalwärts gerichteten Dornen. (Fig. 1.)

Diese neue Form steht unter den bisher beschriebenen Spezies, dem *Aulactinium actinelium* Haeckel am nächsten. Sie hat mit derselben die geraden, zylindrischen, am Ende bedornten Stacheln gemeinsam und auch die Größe stimmt überein. Bei der neuen Form sind jedoch die Stacheldornen anders gerichtet und es sind deren weniger vorhanden. Alle Dornen kehren ihre Spitze distalwärts, während bei *A. actinelium* die Spitzen der Dornen proximalwärts gerichtet sind.



Die Auffindung dieser Form in der Adria ist sehr bemerkenswert. Die bisher bekannten drei Formen von *Aulactinium* stammen alle aus dem Süd-Pazifik und dem Antarktischen Ozean.

Das einzige vorhandene Exemplar ist in einem Dauerpräparat aus Ragusa-Material enthalten und stammt von Prof. R. Burckhardt, dem ehemaligen wissenschaftlichen Leiter der Deutschen Zoologischen Station in Rovigno, nach dem ich die neue Form benenne.

Das Exemplar ist sehr gut erhalten. Die nicht besonders gelungene Kernfärbung zeigt das Chromatin in Radstruktur, wie dies von Karawajeff, Borgert und Haecker ähnlich bei vielen Tripyleen gezeigt wurde. Das Phaeodium, von dunkelolivgrüner Färbung, ist stark entwickelt und lagert zum Teil dem Kerne, respektive der Zentralkapsel unmittelbar an, zum Teil ist es an einer Seite des Ektoplasmas angehäuft. Es enthält außer den bekannten Phaeodellen von nicht näher erkennbarer Form und Struktur, Einlagerungen von Fremdkörpern, wie z. B. Diatomaceen, Silicoflagellaten.

Länge der Stacheln: 0·56 *mm*, Breite derselben: 0·02 *mm*.
Fundort: Ragusa. (1 Exemplar.) ◯.

Gattung *Aulacantha*.

Aulacantha scolymantha Haeck.

Ein mäßig erhaltenes Exemplar.
Fundort: Lucietta. ◯.

Unterordnung *Phaeodendria.*
Familie *Coelodendridae.*
Subfamilie *Coelodorinae.*
Gattung *Coelodendrum.*

Coelodendrum ramosissimum Haeck.

Zwei schön erhaltene, miteinander zusammenhängende Exemplare.

Kern zeigt Radstruktur. Phaeodium gut ausgebildet, leicht bräunlich, enthält außer Phaeodellen noch Silicoflagellaten und Diatomaceen.

Da es sich um zwei erwachsene Exemplare mit dem Kerne in Ruhe handelt, dürfte das Zusammenhängen rein mechanisch durch Verfangen der beiderseitigen Seitenäste erfolgt sein.

Fundort: Lucietta. ○.

Bemerkung: Die den Stationen beigefügten Ringe geben die Zahl der gefundenen Exemplare an, und zwar bedeutet:

○ 1 bis 2 Exemplare,
○○ 3 bis 5 „
○○○ mehr als 5, zahlreiche Exemplare.

Literaturverzeichnis.

A. Über adriatische Radiolarien:

1. Cori C. J. und Adolf Steuer, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 und 1900. Zool. Anz., Bd. XXIV, 1901.

2. Steuer Adolf, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes im Jahre 1901. Zool. Anz., Bd. XXV, 1901.

3. Steuer Adolf, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes im Jahre 1902. Zool. Anz., Bd. XXVII, 1903.

4. Car Lazar, *Acanthometra hemicompressa*. Car, Zool. Anz., Bd. VII, 1884.

5. Car Lazar, Planktonproben aus dem adriatischen Meere und einigen süßen und brakischen Gewässern Dalmatiens. Zool. Anz., Bd. XXV, 1902.

6. Steuer Adolf, Planktonkunde. 1909.

7. Stiasny Gustav, Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1907. Zool. Anz., Bd. XXXII, 1908.

8. Stiasny Gustav, Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1908. Zool. Anz., Bd. XXXIV, 1909.

9. Stiasny Gustav, Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1909. Zool. Anz., Bd. XXXV, 1910.

10. Moroff Theodor und Stiasny Gustav, Über Bau und Entwicklung von *Acanthometron pellucidum* J. M. Arch. f. Protistenk., Bd. 16, 1909.

11. Stiasny Gustav, Einige Beobachtungen über *Sticholonche zanclea* Hertwig. Zool. Anz., Bd. XXXIII, 1908.

B. Über andere Tiergruppen aus dem Material derselben Fischereifahrten des »Rudolf Virchow«:

12. Steuer Adolf, Adriatische Planktoncopepoden. Sitzungsber. Akad. Wiss. Mathem. naturw. Klasse, Bd. CXIX, 1910.

C. Die folgende Liste umfaßt nur jene Arbeiten über Radiolarien, die unmittelbar zur Bestimmung der Objekte und bei Abfassung der Arbeit benutzt wurden und erhebt in keiner Weise Anspruch auf Vollständigkeit:

1*. Borgert A., Untersuchung über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien speziell von *Aulacantha scolymantha* H., I. Teil, Zool. Jahrb. (Anat. Abt.), 1900.

2*. Borgert A., Die Nordischen Tripyleen-Arten. Nordisches Plankton. 1. Lieferung. 1907.

3*. Borgert A., Untersuchungen über die Fortpflanzung der tripyleen Radiolarien, speziell von *Aulacantha scolymantha* H., II. Teil, Arch. f. Protistenk., 14. Bd., 1909.

4*. Brandt K., Die koloniebildenden Radiolarien (Sphaerozoen) des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 13. Monogr. Berlin, 1885.

5*. Brandt K., Radiolaria. In: C. Chun, Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen. Bibl. Zool. Heft, 1, 1887.

6*. Brandt K., Beiträge zur Kenntnis der Colliden. Arch. f. Protistenk., Bd. I, 1902.

7*. Brandt K., Zur Systematik der koloniebildenden Radiolarien. Zool. Jahrb. Suppl. 8, 1905.

8*. Haeckel E., Die Radiolarien *(Rhizopoda radiaria)*. Eine Monographie. 1862.

9*. Haeckel E., Report on the Radiolaria collected by H. M. S. «Challenger« during the years 1873—1876. Chall. Rep. Zool. Vol. XVIII, 1887.

10*. Haecker V., Tiefsee-Radiolarien. Spezieller und allgemeiner Teil. Wiss. Ergeb. Deutsche Tiefsee-Exp. Valdivia, 14. Bd., 1908.

11*. Hertwig R., Der Organismus der Radiolarien. 1879.
12*. Immermann F.., Die Tripyleen-Familie der Aulacanthiden der Planktonexpedition, 1904.
13*. Jörgensen E., The Protist plankton and the Diatoms in Bottom samples. In: O. Nordgaard, Hydrographical and biological Investigations in Norwegian fjords. 1905.
14*. Mast H., Die Astrosphaeriden. Wiss. Ergeb. Deutsche Tiefsee-Exped. Valdivia. 19. Bd., 1910.
15*. Müller Joh., Über die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeers. Abh. Berl. Akad. 1858.
16*. Popofsky A., Die Acantharia der Planktonexpedition. Teil I. Acanthometra. 1904.
17*. Popofsky A., Die nordischen Acantharien I. Acanthometriden. Nordisches Plankton. 1904.
18*. Popofsky A., Die Acantharia der Planktonexpedition. Teil II. Acanthophracta. 1906.
19*. Popofsky A., Die nordischen Acantharien II. Acanthophracta. Nordisches Plankton. 1906.
20*. Schröder C., Spumellarien. Nordisches Plankton. 11. Lieferung 1909.

Triest, k. k. Zoologische Station, April 1911.

Der Formenkreis der Arten Hypericum perforatum L., H. maculatum Cr. und H. acutum Mnch. nebst deren Zwischenformen innerhalb des Gebietes von Europa

von

Dr. **Anton Fröhlich.**

Aus dem Institut für systematische Botanik an der k. k. Universität in Graz.

(Mit 1 Tafel und 13 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. März 1911.)

In den Jahren 1903 und 1904 erschienen zwei Arbeiten von H. Schinz[1] in Zürich, in welchen dieser Autor einige *Hypericum*-Arten, namentlich das *H. quadrangulum* L. und das *H. Desetangsii* Lamotte behandelt.

Das *H. Desetangsii* Lamotte ist eine Form, welche zuerst von Lamotte[2] (1874) genauer beschrieben wurde. Der eigentliche Entdecker dieser Pflanze ist nach Lamotte Des Étangs, welcher (1841) die Pflanze als »f. remarquable« des *H. quadrangulum* L. beschrieb.

Später (1878) hat Bonnet[3] den Begriff des *H. Desetangsii* Lamotte noch erweitert, indem er außer Formen mit hellpunktierten Blättern und schmalen spitzen Kelchzipfeln, welche den beiden letztgenannten Autoren vorlagen, auch solche mit nicht punktierten Blättern und breiteren, zum Teil auch stumpferen Kelchzipfeln ebenfalls zu *H. Desetangsii* Lamotte

[1] L. c., I und II.
[2] L. c., p. 121.
[3] L. c., p. 277.

zog. Doch hielt er diese beiden Formen immerhin als Varietäten auseinander. Er unterscheidet nämlich die beiden Formen:

H. Desetangsii Lamotte
α *genuinum* Bonnet
β *imperforatum* Bonnet.

Bonnet's Verdienst war es auch, die zahlreichen Synonyme dieser Formen zum erstenmal kritisch zusammengefaßt zu haben.[1]

Schinz unterzieht nun in seiner Arbeit[2] (1903) die Einteilung Bonnet's einer Kritik; er trennt die von Bonnet als *H. Desetangsii* Lamotte β *imperforatum* Bonnet[3] bezeichneten Formen von *H. Desetangsii* Lamotte ab und stellt sie als subsp. *erosum* Schinz zu *H. quadrangulum* L. Er stellt ferner[4] das typische *H. quadrangulum* L. der genannten subsp. *erosum* Schinz als subsp. *quadrangulum* (sensu str.) gegenüber und unterscheidet außerdem noch bei beiden Subspezies[5] je zwei Varietäten bezüglich der Punktierung der Blätter.

Er teilt demnach die Formen folgendermaßen ein:

H. quadrangulum L.
subsp. *quadrangulum* L. (sensu str.)
var. *genuinum* Schinz
var. *punctatum* Schinz
subsp. *erosum* Schinz
var. *epunctatum* Schinz
var. *punctatum* Schinz
H. Desetangsii Lamotte
var. *genuinum* Bonnet
var. *imperforatum* Bonnet pr. p.

Ziemlich gleichzeitig mit Schinz hat auch noch ein anderer Forscher sich mit dieser Formengruppe beschäftigt,

[1] Leider war mir die von ihm zitierte Literatur nur in geringem Maße zugänglich.

[2] L. c., I.

[3] Doch nur zum Teil.

[4] L. c., II.

[5] Ebenso auch bei *H. Desetangsii* (Lamotte) Schinz.

nämlich Tourlet (1903).[1] Er gibt folgende Einteilung der hierher gehörigen Formen:

H. quadrangulum L.
subsp. *quadrangulum* L. (sensu str.)
subsp. *obtusiusculum* Tourlet
var. *imperforatum* Tourlet
var. *perforatum* Tourlet
subsp. *Desetangsii* Lamotte.

In dieser Einteilung entspricht die subsp. *obtusiusculum* Tourlet der subsp. *erosum* bei Schinz, die subsp. *Desetangsii* Lamotte dem *H. Desetangsii* Lamotte *z genuinum* Bonnet.

Wenn ich nun diese Formengruppe trotz ihrer mehrfachen Bearbeitung zum Gegenstande der Untersuchung gewählt habe, so geschah dies namentlich deshalb, weil wenigstens in Österreich-Ungarn noch niemand diese Formengruppe eingehender untersucht hat, ferner auch, weil Schinz selbst diese Formengruppe einer gründlichen Bearbeitung empfiehlt.[2]

Ich war nun auch in der angenehmen Lage, die hierher gehörigen Formen reichlichst und in den verschiedensten Variationen in der Natur zu beobachten.[3]

Es gelang mir ferner auch, zwischen den einzelnen Typen mehrfach Zwischenformen aufzufinden; das Studium der letzteren bot mir so manchen Anhaltspunkt für die Erkenntnis der Verwandtschaft der Formen.

Dabei wurden auch stets die Standortsverhältnisse der Formen, die Höhenlage etc. berücksichtigt, da sich auch daraus wichtige Schlüsse ergeben konnten und auch ergaben.

Im ganzen erstreckte sich die Untersuchung auf das *H. Desetangsii* Lamotte, *H. perforatum* L., *H. maculatum* Cr., *H. acutum* Mnch. und Bastarde von *H. maculatum* Cr. und *H. perforatum* L. Außerdem wurden auch noch einige mit dem *H. acutum* Mnch. verwandte Formen, ferner noch Bastarde

[1] L. c., p. 307.

[2] L. c., I und II.

[3] Auf Exkursionen in Mittelsteiermark in den Sommermonaten 1909 und 1910.

des *H. maculatum* Cr. mit *H. acutum* Mnch. in den Kreis der Betrachtung gezogen.

Allein es wurden in der Arbeit nur solche Formen und Abarten behandelt, welche in Europa selbst noch vorkommen. Von diesen wurden aber auch nur solche berücksichtigt, von denen mir Originalexemplare oder wenigstens gute Beschreibungen vorlagen.

Auch wurden nur diejenigen Synonyme in die Arbeit aufgenommen, welche ich selbst nachsehen konnte und deren Beschreibung keinen Zweifel zuließ.

Die Standortsangaben wurden nur bei den selteneren Formen angeführt; daher entfielen sie bei *H. perforatum* L. subsp. *vulgare* Neilr. und bei *H. acutum* Mnch. Bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. wurden sie aber wegen des pflanzengeographischen Interesses dieser Form angeführt.[1]

Zum Studium dieser Formengruppe benutzte ich außer meinem Privatherbar noch die folgenden öffentlichen, beziehungsweise Privatherbare:

Herbar des Institutes für systematische Botanik an der k. k. Universität Graz (HUG);

Herbar des bot. Institutes der k. k. Universität in Wien (HUW);

Herbar A. Kerner (HK);

Herbar des bot. Museums in Berlin (HB);

Herbar des Joanneums in Graz (HJG);

Herbar des bot. Museums der Universität Zürich (HZ);

Herbar der Bayerischen bot. Gesellschaft in München (HBG);

Privatherbar von Prof. Dr. K. Fritsch in Graz (HF);

Privatherbar von Dr. Thellung in Zürich (HTh).

Den genannten Herren, beziehungsweise Vorständen der genannten Museen und Institute sei an dieser Stelle für ihr freundliches Entgegenkommen wärmstens gedankt.

Insbesondere möchte ich an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. K. Fritsch, für die Anregung und vielfache Förderung meiner Arbeit meinen ergebensten Dank aussprechen.

[1] Allein auch nur mit einer gewissen Einschränkung.

Was die Behandlung der Anatomie anlangt, so habe ich, um das fremde Herbarmaterial zu schonen, nur mein eigenes Material untersucht.

Der Ausfall in dieser Richtung ist nun aber sehr gering anzuschlagen, da es sich nämlich herausstellte, daß selbst die morphologisch divergentesten Formen in anatomischer Hinsicht relativ sehr geringe Unterschiede zeigten oder nur solche Unterschiede aufwiesen, welche auch schon äußerlich erkennbar waren (Form und Verteilung der Drüsen, Leisten etc.).

A. Allgemeiner Teil.

Es wurden bereits öfter Formen der Gattung *Hypericum* anatomisch untersucht; allein es wurden in früheren Jahren meist nur bestimmte Organe, so namentlich die für diese Gattung wie auch für die ganzen Guttiferen charakteristischen Öldrüsen der Blätter berücksichtigt.

Bezüglich der Art der Entstehung der letzteren bestand längere Zeit hindurch eine lebhafte Kontroverse. Verschiedene Autoren, darunter namentlich Martinet (1871),[1] De Bary (1877),[1] Green (1883),[1] traten für die lysigene Entstehung der Öldrüsen sein. Andere, besonders deutsche Autoren, so Höhnel (1881),[2] Haberlandt (1884),[2] doch auch Van Tieghem (1885),[1] verfochten die schizogene Entstehung derselben. Ich schließe mich der letzteren Anschauung an, da dieselbe nach den vorliegenden Untersuchungen für die hellen Drüsen der Blätter am wahrscheinlichsten ist.[3]

Die dunkeln Drüsen der Blätter wurden von Höhnel,[2] De Bary[1] und Green[1] untersucht.[4]

Mit der Anatomie der Sekretgänge in Stengel und Wurzel hat sich genauer Van Tieghem,[1] mit der Entwicklung derselben Green[1] und Leblois[1] beschäftigt. Doch tritt auch hier der Gegensatz zwischen lysigener (Green) und schizogener Entstehung (Leblois) hervor.

[1] L. c.

[2] L. c., I.

[3] Die spezielle Untersuchung der Entwicklung der Drüsen lag nicht im Bereich meiner Arbeit.

[4] Darüber mehr noch weiter unten, p. 515.

Was die sonstige Anatomie anlangt, wurde unter anderem das Periderm von Van Tieghem[1] und Douliot[1] untersucht. Ferner hat eine vergleichende Untersuchung der Anatomie der Vegetationsorgane bei zahlreichen *Hypericum*-Arten Kexel[1] vorgenommen. Ich habe in der vorliegenden Arbeit nur die drei Arten *H. maculatum* Cr., *H. perforatum* L. und *H. acutum* Mnch. nebst deren Zwischenformen anatomisch untersucht.

Es ergab sich da bezüglich der einzelnen Teile folgendes:

Die Wurzel. Die Epidermis und das großzellige Rindenparenchym zeigen keine besonderen Eigentümlichkeiten. Der Zentralzylinder, welcher nach außen hin deutlich durch eine Endodermis begrenzt ist, besteht aus dem Perikambium und dem radialen Gefäßbündel, das aus nur wenigen (drei oder vier) Leptomplatten und einem massiven, in ebensoviel Platten ausstrahlenden Hadromstrang zusammengesetzt ist.

Das Leptom enthält die gewöhnlichen Elemente, Siebröhren, Geleitzellen und Parenchymzellen. Ferner finden sich noch im Perikambium Sekretgänge, deren Sekretraum am Querschnitt von drei bis fünf Drüsenzellen begrenzt ist. Es fanden sich in dieser Hinsicht keine Unterschiede bei den behandelten Arten. Solche Sekretgänge gibt auch Van Tieghem[2] für *H. calycinum* L. an. Das Hadrom besteht aus relativ weitlumigen, behöft-getüpfelten Gefäßen und engeren Tracheiden. Das Periderm der Wurzel nimmt aus dem Perikambium seinen Ursprung; dies gibt ebenso auch Van Tieghem[2] für *H. calycinum* L. an.

Die Hauptwurzel bleibt dauernd erhalten nur bei *H. perforatum* L., sonst (bei *H. maculatum* Cr. und *H. acutum* Mnch.) wird dieselbe relativ frühzeitig ersetzt durch zahlreiche Adventivwurzeln, welche aus den an der Basis des Stengels sich entwickelnden Stolonen entspringen.

Die letzteren sind von roter Farbe, wachsen rasch horizontal im Boden, verzweigen sich, erstarken und bedingen ein truppförmiges Auftreten der Pflanzen, was namentlich

[1] L. c.

[2] L. c., p. 48.

bei *H. maculatum* Cr. auffällt. Doch fehlen sie auch bei *H. perforatum* L. nicht, nur bleiben sie hier relativ kürzer und verzweigen sich nicht in dem Maße wie dort.[1]

Der Stengel ist entweder zweischneidig (bei *H. perforatum* L.) oder aber vierkantig oder selbst vierflügelig (bei *H. maculatum* Cr., beziehungsweise *H. acutum* Mnch.). Es treten demnach am Stengel zwei oder vier Leisten auf. Von diesen bilden aber in jedem Internodium zwei Leisten (bei *H. perforatum* L. die zwei allein vorhandenen Leisten) die direkte Fortsetzung der Mittelrippe der Blätter nach abwärts; die zwei anderen Leisten sind von den genannten am Stengelumfang um 90° entfernt. Ich möchte die ersteren als Hauptleisten, die letzteren als Nebenleisten bezeichnen, da die ersteren in allen Fällen vorhanden sind, während die letzteren auch vollständig fehlen können (bei *H. perforatum* L.). Ferner stellen die Nebenleisten die direkte Verlängerung der Hauptleisten des nächst höheren Internodiums (nach abwärts) vor. Außerdem treten die Hauptleisten stets auch noch stärker hervor als die Nebenleisten (selbst bei *H. acutum* Mnch.). Häufig sind die Nebenleisten relativ schwach ausgeprägt, so bei den verschiedenen Zwischenformen von *H. maculatum* Cr. und *H. perforatum* L. Manchmal sind sie hier nur in feinsten, kaum merklichen Spuren ausgebildet.

Anatomisch stimmen die Haupt- und Nebenleisten miteinander überein. Auch zeigen sie in ihrem Baue gegenüber dem peripheren Teile des Stengels keinen Unterschied, da sie nur aus gewöhnlichem Rindenparenchym und der Epidermis bestehen (Tafelfig. 1).

Der Stengel zeigt bei den verschiedenen Formen recht übereinstimmenden Bau. Die Epidermis trägt zerstreut Spaltöffnungen. Das Rindenparenchym besteht nach außen hin aus einem zwei- bis dreischichtigen, interstitienreichen, relativ kleinzelligen Assimilationsparenchym, nach innen hin aus weitlumigen Parenchymzellen mit farblosem Inhalt. Der Zentralzylinder besteht aus dem Leptom, Holzkörper und Mark.

---

[1] Ich konnte bei *H. maculatum* Cr. an erstarkten Ausläufern selbst 20 sekundäre Stolonen zählen.

Das Leptom enthält wie bei der Wurzel Siebröhren, Geleitzellen und Parenchymzellen.

Im perikambialen Teile des Stengels finden sich auch hier (wie bei der Wurzel) Sekretgänge. Sie zeigen die gleiche Beschaffenheit wie dort und sind am Querschnitt von drei bis fünf plasmareichen Drüsenzellen umgeben.

Die Entstehung der Sekretgänge ist nach Green[1] lysigen, nach Leblois[2] jedoch schizogen,[3] wie schon oben[4] erwähnt. Ich schließe mich der letzteren Ansicht an, da sie nach dem anatomischen Befund die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Dasselbe gilt auch für die Entstehung der Sekretgänge der Wurzel.

Bei den von mir behandelten Arten fehlen Sekretgänge in dem Rindenparenchym und Mark, hingegen finden sich solche darin nach Van Tieghem[5] und Weill[5] bei anderen *Hypericum*-Arten (so *H. calycinum* L.).

Der Holzkörper zeigt während der Vegetationsperiode ein rasches Wachstum. Während man an jungen Stengeln am Querschnitt in radialer Richtung nur je ein bis drei Spiral- oder Ringgefäße beobachten kann, entstehen während der Vegetationsperiode in rascher Folge behöft-getüpfelte Gefäße und Tracheiden wie bei der Wurzel, später aber fast nur mehr englumige Elemente, darunter besonders reichlich dickwandiges Libriform, so daß sich wie bei verschiedenen Holzgewächsen innen ein weitlumiges, relativ dünnwandiges Gewebe, das Frühlingsholz, nach außen hin aber, dem Herbstholz entsprechend, ein Libriformring befindet.

Die sekundären Markstrahlen sind am Querschnitt ein- bis zweireihig; es sind sogenannte stehende Markstrahlzellen vorhanden, welche demnach in longitudinaler Richtung gestreckt sind; im Holzteil sind die Wandungen derselben stark behöft-getüpfelt.

[1] L. c., p. 463.
[2] L. c., p. 285.
[3] Green untersuchte *H. calycinum* L., Leblois *H. floribundum* Rchb.
[4] Siehe p. 508.
[5] L. c.

Peridermbildung war an oberirdischen Stengeln selbst im Stadium der Fruchtreife nicht zu beobachten, obwohl infolge des raschen Dickenwachstums des Holzkörpers häufig stärkere Risse in der primären Rinde auftreten.

Hingegen findet sich im untersten Teile des Stengels und an den erstarkten Stolonen Periderm, welches analog zur Wurzel aus dem Perikambium seinen Ursprung nimmt (Tafelfig. 2). Auch hierin fanden sich bei den verschiedenen Arten keine Unterschiede.

Das Blatt zeigt hinsichtlich seiner Form, Nervatur und Punktierung größere Verschiedenheiten bei den einzelnen Formen.

Bei *H. maculatum* Cr. sind die Blätter elliptisch (ebenso bei *H. acutum* Mnch.), bei *H. perforatum* L. jedoch meist eiförmig.

Ferner sind sie bald gegen die Basis hin verschmälert (bei *H. maculatum* Cr. und *H. perforatum* L.), bald an der Basis mehr verbreitert und fast halbstengelumfassend (*H. acutum* Mnch.).

Die Nervatur der Blätter weist bei den einzelnen Formen Unterschiede auf, insofern als sie in der Formengruppe des *H. maculatum* Cr. im allgemeinen dicht durchscheinend-netzig ist, bei *H. perforatum* L. jedoch fast nur an den Längsnerven und kurzen Ausstrahlungen derselben durchscheinend ist (Fig. 1).

Dieser Unterschied ist nun anatomisch darin begründet, daß zwischen den Gefäßbündeln der Blattnerven und den beiden Epidermen in dem ersten Falle reichlich Nervenparenchym[1] eingeschaltet ist, und zwar selbst noch bei Nerven höheren Grades (vierten bis fünften Grades). Man nennt solche Nerven im Sinne Solereder's[2] auch »durchgehend«. Daher bilden auch in diesem Falle die Rippen auf der Unterseite des Blattes ein dichteres und schärfer hervortretendes Maschennetz als in dem anderen Falle, wo es relativ

[1] Bezeichnung im Sinne Haberlandt's, l. c., II, p. 256.

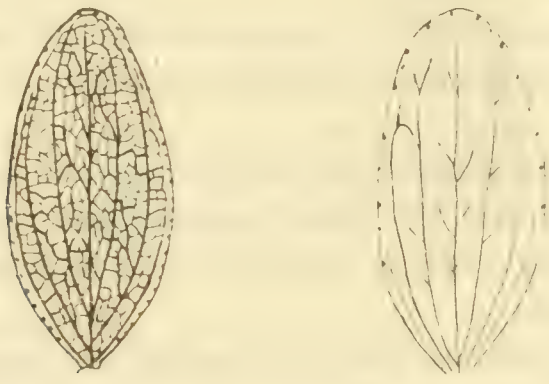
[2] L. c., II, p. 331 und 332 (Ergänzungsband).

locker erscheint. Hier sind die feineren Nerven (vom dritten Grade an) auch größtenteils bereits »eingebettet«.[1]

Ferner finden sich an den Blättern noch sowohl helle als auch dunkle Öldrüsen.

Bezüglich der hellen Drüsen lassen sich Unterschiede hinsichtlich ihres Vorkommens, ihrer Verteilung und absoluten Größe beobachten.

In vielen Fällen sind dieselben an den Blättern sehr reichlich vorhanden, nämlich bei *H. perforatum* L. und gewissen Formen des *H. maculatum* Cr., besonders reichlich



a *b*

Fig. 1.

Blattnervatur von *a) H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m., *b) H. perforatum* L.

aber bei *H. acutum* Mnch. Hier sind die Punkte auch sehr fein und kaum noch mit freiem Auge sichtbar, während sie bei den anderen Formen relativ größer sind.

Die dunklen Drüsen treten in größerer oder geringerer Zahl verstreut an den Blättern auf, außerdem aber bilden sie stets noch einen Saum am Rande des Blattes, welcher bei einem Teile der Formen relativ sehr dicht (bei *H. maculatum* Cr. und *H. acutum* Mnch.), bei *H. perforatum* L. jedoch ziemlich locker ist.

[1] Im Sinne Solereder's, l. c., II, p. 331 und 332 (Ergänzungsband).

Anatomisch bestehen die hellen Drüsen aus dem wohl schizogen entstandenen Sekretraum, welcher von den Sekretzellen und einer Schutzhülle[1] aus abgeplatteten Zellen mit farblosem Inhalt und etwas verdickten Zellwänden umgeben ist.

Bei den untersuchten Formen waren außer etwaigen Verschiedenheiten in der Größe der hellen Drüsen keine wesentlicheren Unterschiede zu beobachten.

Im entwickelten Zustande reichen sie meist (und zwar bei *H. maculatum* Cr. und *H. perforatum* L.) von der einen bis zur anderen Epidermis, während sie bei *H. acutum* Mnch. relativ kleiner bleiben und nur der oberen oder unteren Epidermis anliegen.

Die dunklen Drüsen zeigen, wie mich die Untersuchung lehrte, gegenüber den hellen den Unterschied, daß sie keinen Hohlraum enthalten, sondern kompakt bleiben und aus zahlreichen Drüsenzellen bestehen (Tafelfig. 3). Auch die erwachsenen Drüsen verhalten sich so. Sie sind daher nicht schizogenen Ursprunges, wie Höhnel[2] angibt. Sie enthalten in den Zellen ein harzartiges Sekret. Im übrigen sind sie ebenfalls von einer Schutzhülle, einer Schichte von abgeplatteten Zellen mit farblosem Inhalt, umgeben. Die dunklen Drüsen sind stets größer als die hellen Drüsen desselben Blattes. Auch Green[3] findet die dunklen Drüsen kompakt. Allerdings spricht er sich nur über die dunklen Drüsen der Kelchwimpern von *H. hirsutum* L. genauer aus.

Ferner ist noch zu erwähnen, daß auch die dunklen Drüsen des Stengels, welche häufig längs der Leisten und auch sonst auftreten, denselben Bau zeigen. Ferner finden sich auch Sekretgänge im Blatt, und zwar im Leptomteil der Gefäßbündel (drei bis vier an stärkeren Gefäßbündeln). Sie zeigen denselben Bau wie beim Stengel.

Das Blatt ist bifacial gebaut; auf der Oberseite findet sich typisches Palisadengewebe, auf der Unterseite lockeres Schwammparenchym.

---

[1] Nach Haberlandt, l. c., II, Fig. 197 *A*, p. 454.

[2] L. c., I, p. 573.

[3] L. c., p. 462.

Die Zellen der Epidermis sind relativ groß (besonders an der Oberseite) und mit stark vorgewölbten Außenwänden versehen. Die Spaltöffnungen zeigen den einfachen typischen Bau ohne Nebenzellen (ebenso auch beim Stengel).

Der Blütenstand besteht aus dekussiert angeordneten, einfachen oder zusammengesetzten Cymen, welche bald ziemlich rein hervortreten, wie z. B. bei *H. maculatum* Cr. (abgesehen von der Verarmung einzelner Glieder), bald jedoch starke Tendenz zur Auflösung in mehrgliederige Schraubeln zeigen, was für *H. perforatum* L. typisch ist. Bei subsp. *angustifolium* DC. von *H. perforatum* L. konnte ich selbst 10- bis 13gliederige Schraubeln beobachten. Der Blütenstand ist bei den *H. maculatum* Cr.-Formen relativ locker- und armblütig, hingegen dichter und blütenreicher bei *H. perforatum* L. sehr dicht gedrängt- und kleinblütig bei *H. acutum* Mnch.

Die Blüten zeigen bezüglich ihrer Größe relativ bedeutende Unterschiede, und zwar selbst im Rahmen ein und desselben Typus.

Konstant kleine Blüten finden sich bei *H. acutum* Mnch. (10 bis 15 *mm* im Durchmesser), sonst sind sie größer; ihre Größe schwankt zwischen 10 bis 35 *mm* im Durchmesser.

In bezug auf den Kelch lassen sich Unterschiede hinsichtlich der Form, Zuspitzung und Zähnelung der Kelchzipfel, ferner hinsichtlich der Verteilung und Beschaffenheit der hellen und dunklen Drüsen konstatieren.

Die Kelchzipfel sind bald oval, bald oval-spitz (in der Formengruppe des *H. maculatum* Cr.), bald, wie bei *H. acutum* Mnch. und typischem *H. perforatum* L., relativ schmal-lanzettlich und spitz.

Ferner sind die Kelchzipfel am Rande, und zwar gegen die Spitze hin bald ungezähnt, bald stärker gezähnt bis buchtig- oder ausgebissen-gezähnt. Die Formen zeigten darin eine große Mannigfaltigkeit, mit Ausnahme von *H. acutum* Mnch., wo die Kelchzipfel fast immer ungezähnt sind.

Die Nervatur der Kelchzipfel ist bei *H. maculatum* Cr. auf der Unterseite schärfer ausgeprägt als bei den anderen Formen.

Wie bei dem Blatte finden sich auch auf den Kelchzipfeln noch helle und dunkle Öldrüsen.

Relativ selten kommen rein punktförmige Drüsen vor, so namentlich bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m., gewöhnlich sind sowohl punkt- als auch strichförmige Drüsen vorhanden. Die letzteren finden sich dann aber im unteren Teile, die punktförmigen Drüsen gegen die Spitze hin. Ferner sind zwischen den punkt- und strichförmigen Drüsen auch alle Übergänge zu beobachten. Außerdem zeigt das numerische Verhältnis der hellen zu den dunklen Drüsen (selbst bei ein und demselben Typus) eine große Variabilität.

In anatomischer Beziehung verhalten sich die hellen und die dunklen Drüsen analog wie beim Blatt; die dunklen Drüsen sind kompakt, die hellen mit einem schizogenen Sekretraum versehen. Die strichförmigen Drüsen verhalten sich ganz analog.

Die Kronblätter sind meist unsymmetrisch, da der eine Seitenrand meist stärker vorspringt als der andere (doch meist mit Ausnahme eines Kronblattes der Blüte). An dem genannten Rande sind sie häufig auch etwas gekerbt (namentlich bei *H. perforatum* L.) und mit schwarzen Randpunkten versehen (mit Ausnahme von *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. und subsp. *immaculatum* [Murb.] m.).

Auch auf den Kronblättern sind helle und dunkle, punkt- bis strichförmige Drüsen vorhanden. In bezug auf die Verteilung der hellen und dunklen Drüsen herrscht auch hier eine große Mannigfaltigkeit. Ferner finden sich bei manchen Formen vorwiegend punktförmige (meist dunkle) Drüsen, nämlich bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m., sonst meist viele lange und stärkere Drüsenstriche im unteren Teile, während Punkte fast nur gegen die Spitze hin auftreten.

Auch bei den Kronblättern lassen sich zwischen den punkt- und strichförmigen Drüsen alle Übergänge beobachten. Die strichförmigen Drüsen sind wohl teils auf ein stärkeres Wachstum der punktförmigen Drüsen in der Längsrichtung, teils auf eine Verschmelzung mehrerer punktförmiger Drüsen zurückzuführen. Ich konnte nämlich häufig statt einfacher Drüsenstriche auch perlschnurartig aneinander-

gereihte Punkte beobachten. Von solchen Punktreihen bis zu reinen Drüsenstrichen fanden sich nun auch alle Übergänge (ebenso bei den Kelchzipfeln). Von Interesse ist es ferner, daß bei den verschiedensten Formen in der Kontinuität ein und desselben Drüsenstriches selbst beide Drüsenarten, helle und dunkle, auftreten können, so daß dann die Drüse streckenweise hell, streckenweise dunkel erscheint, was ebenfalls auf eine Verschmelzung hindeutet.

Die hellen Drüsen zeigen bezüglich ihres Farbentones Unterschiede, insofern als sie bei manchen Formen hellweißen (bei *H. acutum* Mnch.), sonst jedoch meist gelben Inhalt führen.

In anatomischer Beziehung verhalten sich die hellen und dunklen Drüsen wie die entsprechenden Drüsen der Kelchzipfel und Blätter (Tafelfig. 4).

Ferner zeigen auch hier die Drüsenpunkte gegenüber den entsprechenden Drüsenstrichen keinen Unterschied im Bau.

Die Staubblätter unterliegen in bezug auf ihre Zahl, ihre absolute und relative Länge (gegenüber den Kronblättern) bei den verschiedenen Formen, allein auch innerhalb ein und desselben Typus, größeren Schwankungen.

Ihre Anzahl ist am geringsten bei *H. acutum* Mnch. (zirka 30 bis 40 pro Blüte).[1] Bei den anderen Formen ist ihre Zahl größer und variiert sehr erheblich (zwischen 60 und 100).

Ihre absolute Länge schwankt sehr bedeutend. Relativ kurz sind sie bei *H. acutum* Mnch. (zirka 5 bis 6 *mm*), sonst sind sie erheblich länger (zirka 6 bis 12 *mm*).

Ihre relative Länge ist ebenfalls am geringsten bei *H. acutum* Mnch. (höchstens zwei Drittel der Kronblätter), bei den anderen Formen ist sie größer.

Der Fruchtknoten ist verschieden breit-eiförmig. Er zeigt in bezug auf das Verhältnis der Länge zur Breite[2] größere Verschiedenheiten. Dieses beträgt meist weniger als 2 (meist

[1] Die hier wie im folgenden angegebenen Daten wurden aus einer großen Anzahl Einzeldaten gewonnen.

[2] Ich bezeichne dasselbe fortan durch $LD : QD$ (Längendurchmesser : Querdurchmesser).

1·2 bis 1·8), nur bei *H. perforatum* subsp. *angustifolium* DC. 2 und darüber, noch mehr bei *H. acutum* Mnch. (2 bis 2·5).

Der Griffel zeigt in bezug auf seine absolute und relative Länge (gegenüber dem Fruchtknoten) größere Verschiedenheiten. Derselbe ist relativ (und absolut) kurz bei *H. acutum* Mnch., nämlich nur etwa von der Länge des Fruchtknotens (ebenso meist auch bei *H. maculatum* Cr.).

Bei *H. perforatum* L. ist er meist länger als der Fruchtknoten (ein- bis dreimal so lang).

Die Frucht ist eine septicide Kapsel. $LD : QD$ ist bei *H. acutum* Mnch.[1] (ebenso wie beim Fruchtknoten) > 2, sonst < 2 bis 2.

Die Drüsen des Perikarps sind bei *H. maculatum* Cr. meist sehr zahlreich, schmal und größtenteils von der Länge des Karpids. Bei den anderen Formen sind sie in relativ geringerer Anzahl vorhanden, von größerer Breite und recht verschiedener Länge, oft zum Teil auch punktförmig (namentlich bei *H. perforatum* L.).

In ihrem Bau verhalten sich die Drüsen ebenso wie die hellen Drüsen der Kelchzipfel und Kronblätter. Sie enthalten einen Sekretraum, welcher von den Sekretzellen und einer Schutzhülle umgeben ist, wie in den genannten Fällen (Tafelfig. 5). Der Sekretraum kann mitunter sehr mächtig entwickelt sein, so daß er die Karpidenwand schwielenartig hervorwölbt. Dies gilt besonders für *H. perforatum* L. subsp. *angustifolium* DC. und subsp. *veronense* (Schr.) Beck.

Wegen ihrer Analogie zu den Drüsen der Kelchzipfel und Kronblätter läßt sich an ihrer schizogenen Entstehung kaum zweifeln. Dieselben wurden (nach der mir vorliegenden Literatur) bisher nur von Green[2] untersucht, doch für lysigen gehalten, welche Ansicht ich nach dem Gesagten nicht teilen kann.

Von Interesse ist noch die Sklerenchymfaserschichte, welche die Karpiden innen an dem Perikarp und den Scheidewänden auskleidet. Die Sklerenchymzellen sind dicht anein-

[1] Fast ebenso auch bei *H. perforatum* L. subsp. *angustifolium* DC.

[2] L. c., p. 457, 458 (*H. calycinum* L. und *H. tetrapterum* Fries).

anderschließend und ineinandergekeilt, ihre Seitenwände sind einfach-getüpfelt (Tafelfig. 6 und 7).

Die Samen sind zylindrisch und an beiden Enden kurz zugespitzt, ferner an der Oberfläche fein grubig-punktiert. Die Formen zeigen darin keine bemerkenswerten Unterschiede. Hingegen treten solche auf in bezug auf ihre Zahl (pro Fruchtfach), ihre Größe und Farbe.

Sie sind in relativ großer Zahl vorhanden bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. und bei *H. acutum* Mnch. (zirka 70 bis 120, im Maximum zirka 140 bei *H. maculatum* Cr.), in geringerer Zahl bei *H. perforatum* L. und verschiedenen Zwischenformen zu *H. maculatum* Cr. (Maximum zirka 80, meist weniger). Ihre Größe ist ebenfalls bei den Arten verschieden. Die kleinsten Samen finden sich bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. und bei *H. acutum* Mnch., wo sie typisch 0·7 bis 0·8 *mm* lang und 0·3 bis 0·35 *mm* breit sind.

Bei *H. perforatum* L. und den erwähnten Zwischenformen sind sie relativ größer, nämlich 1 bis 1·2 *mm* lang und 0·4 bis 0·45 *mm* breit.

Die Farbe der Samen ist schwarz bei *H. perforatum* L., sonst heller, braun bis gelblich- oder grünlichbraun.

Die Pollenkörner zeigten bei den behandelten Formen gleichfalls Unterschiede in der Größe. Relativ groß sind sie bei *H. perforatum* L. und den erwähnten Zwischenformen, erheblich kleiner jedoch bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. (etwa zwei Drittel des Durchmessers bei *H. perforatum* L.).

B. Spezieller Teil.

H. perforatum L. Spec. pl., ed. 1, p. 785 (1753); ed. 2, p. 1105 (1763).

Synonym: *H. officinarum* Cr., Stirp. Austr., fasc. 2, p. 66 (1769).

Hauptwurzel ausdauernd; Stolonen relativ kurz, am Grunde des Stengels entspringend.

Stengel zweischneidig, nur mit zwei Leisten (Hauptleisten) versehen und bereift.

Blätter meist eiförmig, seltener elliptisch, breit bis sehr schmal. Die hellen Drüsenpunkte meist zahlreich, relativ groß

und hellweiß; die dunklen Drüsen über die Blattfläche verstreut und am Rande einen relativ lockeren Saum bildend. Nervatur nur an den Längsnerven und kurzen Ausstrahlungen derselben durchscheinend (siehe oben, Fig. 1 *b*). Die Rippen bilden auf der Unterseite der Blätter ein relativ weitmaschiges Netz.

Blütenstand relativ reichblütig, aus dekussiert angeordneten Cymen bestehend, deren Seitenglieder durch wenig- oder vielblütige Schraubeln ersetzt sind (beobachtetes Maximum: 13 Blüten pro Schraubel).

Blüten innerhalb des Formenkreises in der Größe sehr schwankend (zwischen 15 und 35 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel meist schmal, seltener relativ breit, mit meist fein zugespitzter, gesägter oder ungesägter Spitze, ein Drittel bis halb so lang als die Kronblätter und so lang bis doppelt so lang als der Fruchtknoten. Drüsen der Kelchzipfel bald nur hell, bald hell und dunkel, doch stets punkt- und strichförmig.

Kronblätter an dem einen Seitenrande stets gekerbt und mit einer Reihe schwarzer Randpunkte versehen (doch manchmal auch beiderseits). Sonst auf der Fläche bald nur helle, bald helle und dunkle, doch stets punkt- und strichförmige Drüsen vorhanden.

Staubblätter zahlreich (im Maximum zirka 100), zwei Drittel bis fünf Sechstel der Länge der Kronblätter.

Fruchtknoten breit bis relativ schmal-eiförmig.

Griffel anderthalb- bis dreimal so lang als der Fruchtknoten.

Frucht ebenfalls breit- bis relativ schmal-eiförmig (*LD*:*QD* meist zirka 1·5, im Maximum 2 und mehr), 5 bis 10 *mm* lang.

Perikarpdrüsen relativ breit, strich- bis punktförmig und in relativ geringer Anzahl.

Samen schwarz, 1 bis 1·2 *mm* lang, 0·3 bis 0·45 *mm* breit, im Maximum zirka 80 pro Fruchtfach.

Pollenkörner relativ groß.

Beck[1] unterscheidet beim *H. perforatum* L. drei Unterarten, das α *typicum* Beck, das β *angustifolium* DC. und das

[1] L. c., I, p. 530.

γ *veronense* Schrank. Demgegenüber halte ich es für notwendig, die Bezeichnung »*typicum*« durch die ältere »*vulgare* Neilr.«[1] zu ersetzen, ferner auch die var. *latifolium* Koch[2] den genannten drei Unterarten zu koordinieren.

Ich unterscheide demnach folgende vier Subspecies:

subsp. *vulgare* Neilr.,
» *latifolium* Koch,
» *veronense* (Schrank) Beck,
» *angustifolium* DC.

H. perforatum L. subsp. α **vulgare** Neilr., Fl. Niederösterreichs, p. 826 (1859).

Synonyme:[3] Rouy et Foucaud, Fl. France, t. 3, p. 333 (1896); *H. perforatum* L. subsp. α *typicum* Beck, Fl. Niederösterreichs, p. 530 (1892); *H. perforatum* aut. mult.

Abbildung: Reichenbach, Icon. fl. Germ. et Helv., VI, f. 5177.

Blätter relativ groß, meist breit-eiförmig, seltener elliptisch.

Kelchzipfel 1 bis 1·5 *mm* breit und 7 *mm* (im Maximum) lang, fein zugespitzt, gesägt oder ungesägt und meist etwa doppelt so lang als der Fruchtknoten (Fig. 2 *a* und Fig. 6 *b*).

Kronblätter relativ groß (Blüten 25 bis 35 *mm* im Durchmesser), bald mit nur hellen, bald mit hellen und dunklen, punkt- und strichförmigen Drüsen (Fig. 2 *b*).

Frucht relativ groß, 6 bis 10 *mm* lang, 4 bis 6 *mm* breit; Perikarpdrüsen strich- bis punktförmig, in schwankender Anordnung (Fig. 2 *c*).

Verbreitung: In ganz Europa und dem größten Teil Asiens (ausgenommen den Süden Asiens) verbreitet und häufig.[4] In vertikaler Richtung bis zirka 1600 *m* in den Alpen.

Das *H. perforatum* L. subsp. *vulgare* Neilr. zeigt in seinen Merkmalen größere Schwankungen Die Blätter

[1] L. c., p. 826.

[2] L. c., I, p. 349.

[3] Es wurden nur solche Synonyme aufgenommen, welche auf Grund der Beschreibung mit Sicherheit zu deuten waren.

[4] In Nordamerika eingeschleppt.

variieren in bezug auf ihre Breite, die Verteilung und Dichte der hellen und dunklen Punkte. Die hellen Punkte kommen nicht selten an der ganzen Pflanze recht spärlich vor. Dies erwähnt

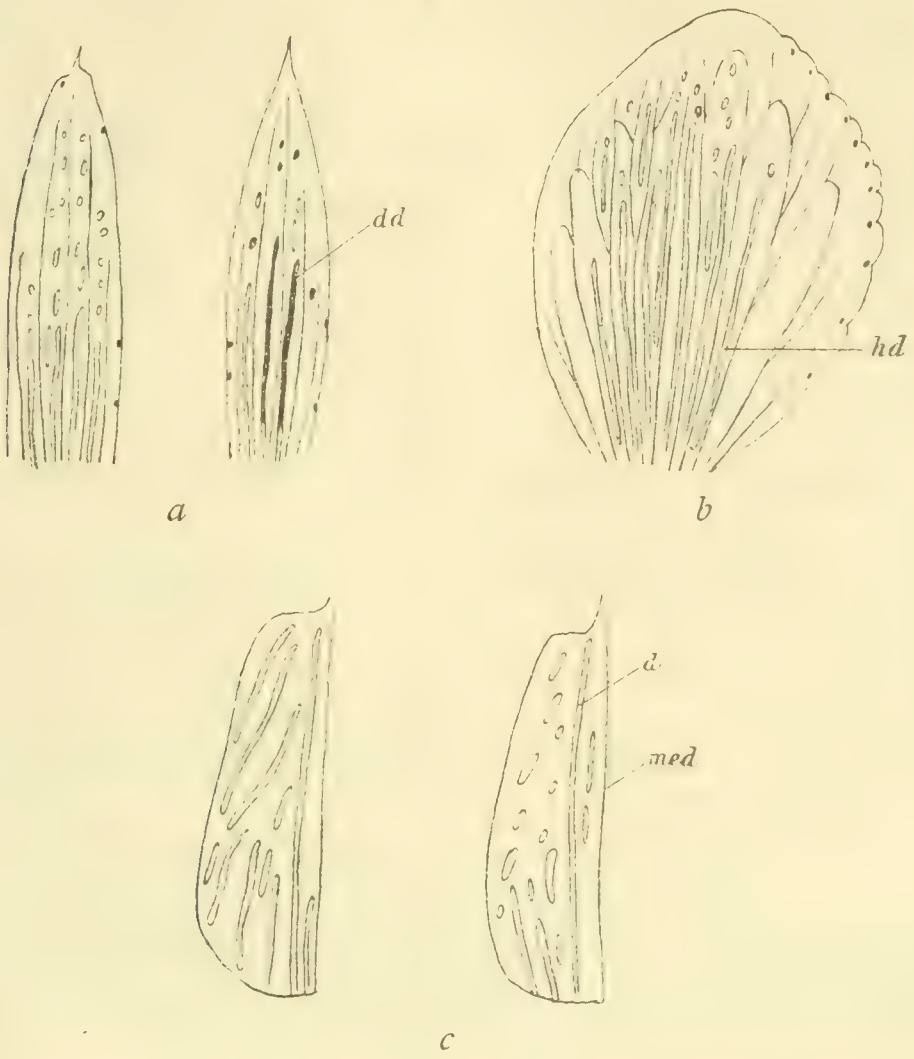


Fig. 2.

a) Kelchzipfel von *H. perforatum* L. subsp. *vulgare* Neilr. *dd* = dunkle Drüse.[1]

b) Kronblatt von f. *lucidum* m. *hd* = helle Drüse.

c) Fruchtwand. *med* = Medianus, *d* = Drüse.

auch schon Lasch.[2] Auch die Menge der dunklen Punkte schwankt ziemlich stark.

[1] Die meisten Textfiguren sind 4- bis 6 mal vergrößert.

[2] L. c., p. 414.

Bei den Kelchzipfeln unterliegt die Länge und die Breite größeren Schwankungen. Dies ergibt sich schon aus dem oben[1] Gesagten.

Von Interesse war ein Fall, wo sich an einem Standorte neben ganz normalen »*vulgare*«-Formen auch zahlreiche Exemplare mit bei sonst gleicher Breite stark verkürzten Kelchzipfeln fanden. Diese konnten dann selbst noch kürzer sein als der Fruchtknoten. Allein es ließen sich in diesem Merkmal auch alle Abstufungen bis zum normalen »*vulgare* Neilr.« beobachten.

Diese Tendenz zur Verkürzung der Kelchzipfel ging nun aber auch Hand in Hand mit einer recht auffallenden Verkleinerung der Blätter. Die Kronblätter waren dabei von normaler Größe oder ebenfalls kleiner. Ich möchte diese Abänderung als f. *brevisepalum* m. bezeichnen. In der Kürze der Kelchzipfel und der Kleinheit der Blätter erinnerte diese Form etwas an die subsp. *veronense* (Schr.) Beck, in der relativ größeren Breite der Kelchzipfel an die subsp. *latifolium* Koch.[2]

Die Kronenblätter sind an der Fläche bald nur hell, bald in verschiedenem Maße hell und dunkel gestricheltpunktiert. Rouy[3] bezeichnet die letztere Form als *H. perforatum* var. *α vulgare* subvar. *lineolatum*, entsprechend dem *H. lineolatum* Jord.

Da nun aber dieses Merkmal sehr schwankend ist, indem nämlich oft noch bei »hellen« Formen bei genauerem Zusehen bereits einer oder der andere dunkle Strich vorkommt, da ferner auch die hellen und dunklen Drüsen in verschiedenem Maße vikariieren können, ja sogar beiderlei Drüsen in der Kontinuität ein und desselben Drüsenstriches auftreten können, lassen sich diese Formen nicht scharf voneinander sondern. Ich möchte sie als f. *lucidum* m., beziehungsweise f. *lineolatum* (Jord.) m. bezeichnen.

Was ferner die von Parlatore[4] als *alpinum* bezeichnete Abart anlangt, so entspricht diese gemäß der Beschreibung:

[1] Siehe p. 521 und 522.

[2] Es handelt sich hier wohl nur um eine durch die Trockenheit des Bodens bedingte Standortsmodifikation.

[3] L. c., p. 333.

[4] L. c., p. 512.

»...petalis punctis lineisque fusco-purpureis notatis vel fere omnino purpurascentibus...« wegen der dunkel punktiert-gestrichelten Kronblätter jedenfalls der Form *lineolatum* (Jord.) m. Merkwürdig ist nur die Angabe purpurrötlicher Kronblätter; ich konnte etwas Derartiges bisher noch nicht beobachten.[1]

Auch die Art der Verteilung der Drüsen des Perikarps zeigt größere Schwankungen, indem bald größtenteils nur strichförmige, bald vorwiegend punktförmige Drüsen auftreten. Der erstere Fall erinnert mehr an *H. maculatum* Cr., der letztere an *H. perforatum* subsp. *angustifolium* DC. und subsp. *veronense* (Schr.) Beck (siehe Fig. 2*c*).

H. perforatum L. subsp. β **latifolium** Koch, Deutschl. Fl., Bd. V, p. 349 (1839); Syn. ed. 2, p. 146 (1844).

Synonym: *H. perforatum* L. var. *platycalyx* Čelak., Prodr. Fl. Böhm., p. 520 (1867 bis 1881).

Blätter mehr oder weniger breit-eiförmig bis -elliptisch.

Kelchzipfel breit (zirka 2 bis 3 *mm* breit und zirka 4 bis 6 *mm* lang), an der Spitze mehr oder weniger buchtig-gezähnt, so lang bis doppelt so lang als der Fruchtknoten (Fig. 3).

Kronblätter nur hell oder hell und dunkel gestrichelt-punktiert, relativ groß (Blüte 25 bis 35 *mm* im Durchmesser).

Frucht relativ breit, Perikarpdrüsen wie bei subsp. *vulgare* Neilr.

Verbreitung: Gelegentlich mit subsp. *vulgare* Neilr. auftretend.

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:

Österreich-Ungarn:

Böhmen: Jungbunzlau, Waldrand, Stipelli (HUW); zwischen Eger und Franzensbad, Straßenränder, l. i.;[2] Kropitz bei Franzensbad, l. i.; Straße bei Maria-Kulm, l. i.

Oberösterreich: Tronau bei Wels, Kerner (HK).

---

[1] Exemplare lagen mir nicht vor.

[2] l. i. bedeutet hier wie im folgenden »legi ipse«.

Niederösterreich: Sofienalpe bei Neuwaldegg, Kerner (HK).

Steiermark:[1] Waldrand bei Raach (zirka 360 *m*); Holzschläge am Plesch (zirka 1000 *m*) und Mühlbachkogel (1050 *m*); Hohe Rannach, Holzschläge (zirka 1000 *m*); Schöckel, Holzschläge (zirka 1000 *m*); Auen von Puntigam (zirka 330 *m*).

Kroatien: In apertis graminosis montis Pleschewitza ad pagum Korenica, 5200′ alt., Borbás (HUW).

Fig. 3.

a) Kelchzipfel von *H. perforatum* L. subsp. *latifolium* Koch. *h d* = helle Drüse.
b) Kelchzipfel von f. *dentatum* m.
c) Spitze der Kelchzipfel von f. *dentatum* m.

Istrien: Veprinaz, ad margines dumetorum, Evers (HUG, HUW).

Balkangebiet:

Serbien: Niš, Ilić (HUW).

Türkei: Pournur-Dagh (Macedonien), 1900 *m*, Charret (HB).

Schweiz: Ofenberg bei Zernetz, Hegi (HZ); Untersee, Seeried unterhalb Gottlieben, Baumann (HZ).

[1] Nur aus der Umgebung von Graz, l. i.

Die Merkmale zeigen auch hier ziemlich bedeutende Schwankungen. Vor allem variiert die relative Breite der Blätter. Während diese im Maximum sehr breit sein können ($L:B = 1{\cdot}2$), sind sie nicht selten auch wesentlich schmäler ($L:B = 2$ bis $2{\cdot}5$). Auch die Breite der Kelchzipfel zeigt größere Schwankungen. So finden sich außer Formen mit sehr breiten und mehr stumpfen Kelchzipfeln (zirka 4 : 3 im Maximum) auch solche mit relativ schmäleren Kelchzipfeln (zirka 5 : 2 bis 6 : 2), Formen, welche demnach einen direkten Übergang zu *H. perforatum* L. subsp. *vulgare* Neilr. repräsentieren. Immerhin ist aber die größere Breite der Kelchzipfel als Kriterium für die subsp. *latifolium* Koch anzusehen.

Sonst zeigt diese Form auch noch manche Abänderungen.

So beobachtete ich eine Form mit relativ schmäleren Blättern und mit breiten, an der Spitze stark buchtig-gezähnten Kelchzipfeln (Fig. 3 *b*, *c*).

Diese Form trat auf Holzschlägen bei Graz neben dem »*vulgare* Neilr.« reichlich auf, wobei aber das letztere die Hauptmasse bildete.

Es fanden sich ferner auch Übergänge zwischen diesen beiden Typen an denselben Standorten.

Aus dem gruppenweisen Vorkommen dieser Form unter normalem »*vulgare* Neilr.« und aus den Standortsverhältnissen ging klar hervor, daß sich die genannte Form direkt an Ort und Stelle aus dem »*vulgare* Neilr.« durch spontane Abänderung oder Mutation herausgebildet haben mußte.

Noch sei erwähnt, daß bei dieser Form der Pollen ziemlich steril war (zirka 20 bis 30% sterilen Pollens), während der Samenansatz ein sehr reichlicher war. Allein es kommt eine geringere Fertilität des Pollens auch sonst nicht gerade selten bei *H. perforatum* L. subsp. *vulgare* Neilr. vor; ferner ließe sich in unserem Falle der schlechte Pollen vielleicht auch auf die Mutation[1] zurückführen. Ich möchte diese Form mit Rücksicht auf die sehr auffallend buchtig-gezähnten Kelchzipfel als f. *dentatum* m. bezeichnen.

---

[1] Siehe Wulff, l. c., p. 384.

Eine andere Form unterschied sich von der letzteren durch ihre außerordentlich breiten, zum Teil fast kreisrunden Blätter ($L:B = 1{\cdot}2$ bis $1{\cdot}1$). Dabei waren die Kelchzipfel mittelmäßig breit (zirka $6:2{\cdot}5$ bis $6:2$), die Kronblätter jedoch relativ sehr breit ($L:B$ zirka $1{\cdot}5$); diese Form fiel durch die genannten Merkmale sehr auf, da die analogen Teile bei den Pflanzen im Umkreise schmäler waren.

Da die Pflanze in einer scharf umgrenzten Gruppe (von zirka 20 Individuen) auftrat, welche aus einem Samen durch

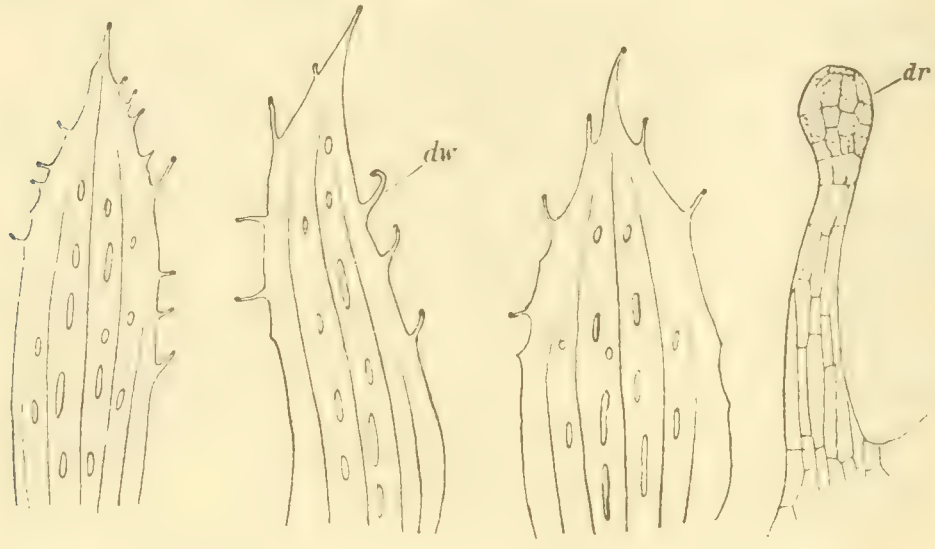


Fig. 4.

H. perforatum subsp. *latifolium* Koch f. *fimbriatum* m.
a) bis *c)* Kelchzipfel. *dw* = Drüsenwimper.
d) Drüsenwimper (stärker vergrößert); *dr* = dunkle Drüse.

vegetative Vermehrung hervorgegangen sein mochten, ist ihre Entstehung wohl nur auf Mutation (im Sinne von De Vries) zurückzuführen.

Von Interesse war noch eine andere Form, welche sonst der f. *dentatum* m. entsprach, aber durch das Auftreten förmlicher Wimpern statt bloßer Kelchzähne an den Kelchzipfeln abwich (Fig. 4). Außerdem traten noch an der Spitze dieser Wimpern fast regelmäßig schwarze Drüsen auf, ein Vorkommnis, das sehr lebhaft an *Hypericum*-Arten mit normal drüsig-gewimperten Kelchzipfeln erinnerte (Fig. 4 *d*). Allerdings waren die Drüsen in unserem Falle kleiner als bei *H. hirsutum*

L. oder *H. montanum* L., auch standen sie im Gegensatz zu *H. hirsutum* L. nicht mit Gefäßbündeln in Verbindung, sie bildeten aber hier wie dort eine kompakte Zellmasse.[1]

Das Vorkommen der schwarzen Drüsen an der Spitze der Kelchwimpern ist wohl nur auf eine Verlagerung der auch sonst am Rande meist zerstreut auftretenden dunklen Drüsen an die Spitze der Wimpern zurückzuführen. Zudem kommt es ja auch sonst nicht gerade selten vor, daß bei normalem *H. perforatum* L. die Kelchspitze oder einzelne Kelchzähne mit einer schwarzen Drüse endigen. Mit Rücksicht auf diese Wimpern möchte ich diese Form als f. *fimbriatum* m. bezeichnen. Diese Form nähert sich wenigstens hinsichtlich der Kelchzipfel jenen Arten, welche normal drüsig-gewimperte Kelchzipfel aufweisen.

Es ist von Interesse, daß die Formen der subsp. *latifolium* Koch besonders reichlich in höheren Lagen auftreten (zirka 800 bis 1100 *m* nach meinen Beobachtungen bei Graz). Doch auch ein anderer Autor, nämlich Brügger,[2] hat eine diesbezügliche Beobachtung gemacht. Er spricht sich dahin aus, daß das *H. perforatum* L. in den Bündner Alpen, an der oberen Grenze seiner Verbreitung, die Tendenz zeige, sich dem *H. maculatum* Cr. durch relativ breitere Blätter und Kelchzipfel zu nähern. Die Richtigkeit dieser Angabe bezweifle ich nicht, zumal da ich selbst Exemplare wenigstens von einem Standort des genannten Gebietes gesehen habe.[3] Jedenfalls ist auch das Vorkommen solcher Formen mit breiten Kelchzipfeln in den höheren Regionen der Alpen noch verbreiteter, als es zurzeit bekannt ist. Vielleicht handelt es sich hier sogar um einen durch das Klima der höheren Bergregion hervorgerufenen Mutationstrieb. Wie noch später zu erörtern sein wird,[4] lassen sich solche Formen vielleicht auch mit der phylogenetischen Entwicklung des *H. maculatum* Cr. in einige Beziehung bringen.

Ob nun die wesentlichen Merkmale der behandelten Typen konstant und erblich sind, ließe sich wohl nur durch Kulturversuche sicher entscheiden. Doch weist das von mir beob-

[1] Bei *H. hirsutum* L. nach Green, l. c., p. 462.

[2] L. c., p. 69.

[3] Zernetz (Engadin), zirka 1500 *m* (HZ).

[4] Siehe p. 576.

achtete Vorkommen derselben in größeren Gruppen, ferner das mir aus botanischen Gärten zugekommene Material auf eine größere Beständigkeit des Merkmals der breiten Kelchzipfel hin.

H. perforatum L. subsp. γ **veronense** (Schrank) Beck, Fl. von Niederösterreich, II, 1, p. 530 (1892).

Synonyme: *H. veronense* Schrank, in Hoppe, Bot. Taschenb., p. 95 (1811); Engler, in Verh. bot. Ver. Brand., p. 49 (1870).

H. perforatum γ *microphyllum* DC., Fl. France, V, p. 630 (1815); *H. perforatum* ε *microphyllum* DC., Prodr., p. 550 (1824); Rouy et Foucaud, Fl. France, t. 3, p. 333 (1896); *H. perforatum b microphyllum* Guss., Fl. Sic., II, 1, p. 378 (1843).

Blätter relativ klein bis sehr klein (im Vergleich zu subsp. *vulgare* Neilr.), doch stets breit-eiförmig, am Rande meist etwas zurückgerollt und stärker oder schwächer hellpunktiert.

Blütenstand locker verzweigt bis mehr kompakt und eiförmig, mit Schraubeln von variabler, doch größerer Gliederzahl.

Blüten relativ klein (15 bis 20 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel relativ kurz (zirka 0·7 bis 1 *mm* breit und 3 bis 4 *mm* lang), solang bis anderthalb so lang als der Fruchtknoten, fast nur hell gestrichelt-punktiert (Fig. 5 *a*, *b*).

Kronblätter nur hell gestrichelt-punktiert.

Frucht relativ klein (zirka 4 bis 6 *mm* lang, 3 *mm* breit).

Perikarpdrüsen in relativ geringer Anzahl und größtenteils in Form stark schwielenförmig hervortretender Punkte, nur eine oder zwei zu beiden Seiten des Medianus des Fruchtblattes strichförmig (Fig. 5 *c*).

Verbreitung: Im südlichen Teil Europas verbreitet, nach Norden hin seltener.

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:

Frankreich: Mt. Lémene près Chambéry, Chabert (HZ); Isère, Pierre-Chatel, lieux secs, Bernard (HZ); Isère, la Mure, coteaux arides, Bernard (HZ).

Schweiz: Près de Carouge (Kt. Genf), Tavel (HZ); Sur la plaine de St. George (Kt. Genf), leg.? (HZ); Medeglia, Jäggli (HZ).

Italien: Verona, Amphitheater,[1] Herb. Heldreich (HB); Torri del Benaco, Rigo (HZ); Euganeen, Herb. Heldreich (HB); Roma, Farnesina, Evers (HUG); Terracina, Mt. S. Angelo, Evers (HUG).

Sizilien: Palermo, in coll. calcar. apricis, leg.? (HZ).

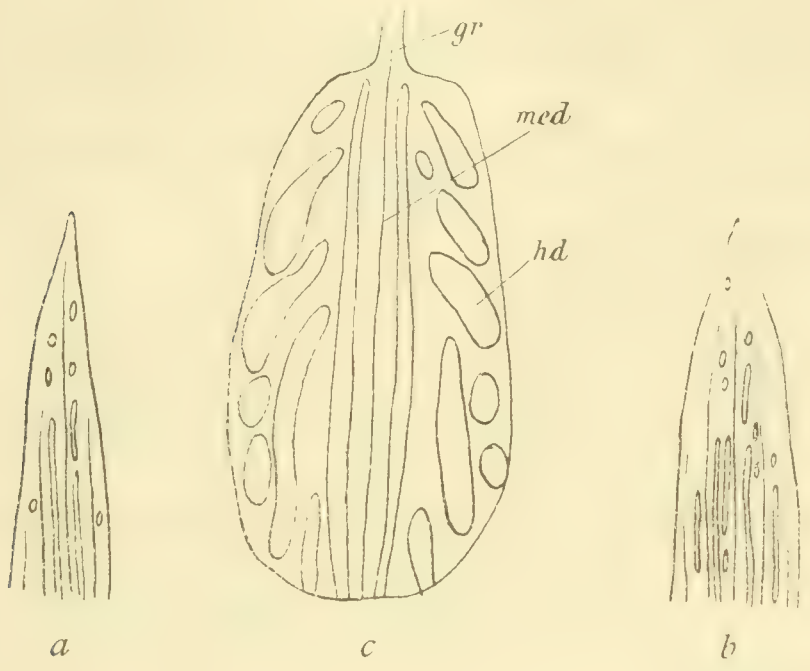


Fig. 5.

H. perforatum L. subsp. *veronense* (Schr.) Beck.

a) und *b)* Kelchzipfel.

c) Fruchtwandung; *med* = Medianus; *hd* = helle Drüse; *gr* = Griffel.

Österreich-Ungarn:

Mähren: Znaim, Granitztal, Oborny (HUW).

Niederösterreich: Leithagebirge bei Bruck, Ebner (HK); auf schotterigen Äckern auf dem Schaberge bei Mautern, J. Kerner (HK).

Steiermark: Sauerbrunn, Liebenfels (HJG); an steinigen Stellen an der Straße zwischen Gratwein und Stübing (mit subsp. *angustifolium* DC., l. i.); Ragnitz bei Graz, l. i.

Kärnten: Villach bei St. Martin, K. Dick; Napoleonswiese südlich Villach, Dick (in herb. meo).

[1] Originalstandort des »*H. veronense*« von Schrank!

Küstenland: Gradisca, Evers (HUW); Pola, Untchi (HUG, HUW); Scoglio levano grande prope Medolino in saxosis, Evers (HUG); Lussin, Vela straža, Janchen (HUW); ins. Sansego, Galvagni (HUW).

Dalmatien: Spalato, in siccis, apricis saxosis circa Castelvecchio, Krebs (HZ); Lesina, Unger (HJG); Ragusa, Bornmüller (HUW).

Bosnien: Travnik bei Gladnik, Brandis (HZ); Srebrenica, Keller (HZ).

Hercegovina: Narentatal unterhalb Jablonica, Keller (HZ); Mostar, am Stolac (HZ, HUW).

Balkanländer:

Serbien: Kragujevac, Dimitrijević (HUW); Pirot, solo calc., Adamović (HUW).

Türkei: Auf Brachäckern bei Konstantinopel, Noë (HZ).

Griechenland: In ins. Scopelo, Herb. Heldreich (HB); Naxos (Fl. Aegaea cur. Heldr., HUW).

Deutsches Reich: Provinz Schlesien: Schweidnitz, Peck, Ansorge (HZ, HB, HUG).

Die hierhergehörigen Formen zeigen recht bedeutende Schwankungen in ihren Merkmalen.

Die Blätter sind relativ klein im Vergleich zu subsp. *vulgare* Neilr. (doch im gleichen Verhältnis). Ferner schwankt auch die Dichte und Größe der hellen Punkte. Diese können mitunter auch (ausgenommen an den obersten Blättern) fast vollständig fehlen.

Recht auffallend ist die Tendenz zur Verkleinerung der Blüten und Blütenteile.

Der Blütenstand zeigt bei kräftigeren Exemplaren nicht selten auch mehrblütige Schraubeln (bis zirka zehnblütige). Die Länge der Kelchzipfel schwankt bei sonst typischen Formen ziemlich stark, doch muß die relative Kürze der Kelchzipfel als ein wesentliches Kriterium für diese Subspezies angesehen werden, ebenso auch die relative Kleinheit der Blätter.

Noch möchte ich darauf hinweisen, daß nicht jede ähnlich aussehende Pflanze mit kleinen Blättern und kurzen Kelchzipfeln hierher zu zählen ist. Es finden sich häufig genug auf

nährstoffarmem Boden, auf steiniger Unterlage verkümmerte Exemplare von kaum 1 *dm* Höhe, mit kleinen, vergilbten oder geröteten Blättern. Es handelt sich hier aber nur um bloße Ernährungsvarianten oder Kümmerformen.

Die Kronblätter sind bei den typischen Formen stets nur hell gestrichelt-punktiert. Nur bei manchen Übergangsformen zu subsp. *vulgare* Neilr. fanden sich ab und zu auch hell und dunkel punktiert-gestrichelte Kelch- und Kronenblätter. Dieses Merkmal gehört also ebenso wie die Größe der Blüten, die relativ geringe Länge der Kelchzipfel und die Kleinheit der Blätter zu den typischen.

Die subsp. *veronense* Beck ist gemäß den Vorkommensverhältnissen und den angegebenen Charakteren als eine an das wärmere und trockenere Klima angepaßte Form aufzufassen. Es ist hier deutlich die Tendenz ausgesprochen, die Transpiration herabzusetzen durch Verkleinerung verschiedener Teile und durch stärkere Bereifung des Stengels und der Blätter. Es ist daher anzunehmen, daß die subsp. *veronense* Beck durch Anpassung aus der subsp. *vulgare* Neilr. entstanden sei.

Die Ausbildung dieser Form wird wohl auch durch die Art des Bodens bedingt. Nach meinen Beobachtungen begünstigt trockener Kalk- und Sandboden die Ausbildung der Charaktere der subsp. *veronense* Beck.

Andrerseits ist es aber auch wieder sehr wahrscheinlich, daß aus echten »*veronense*«-Formen auf feuchterem, üppigerem Boden von neuem Formen der subsp. *vulgare* Neilr. entstehen könnten. Auch schon Schrank[1] weist auf diese Möglichkeit hin. Das »*H. veronense* Schr.« müßte sich nach Schrank, auf Gartenboden versetzt, in längerer oder kürzerer Zeit in gewöhnliches *H. perforatum* L. umwandeln. Dies könnte nun jedenfalls auch durch entsprechende Kulturversuche leicht entschieden werden.

Auf diese Möglichkeit weisen auch die verschiedenen Zwischenformen hin, welche die subsp. *veronense* Beck mit der subsp. *vulgare* Neilr. verbinden und welche in unseren

[1] L. c., p. 95.

Gegenden noch viel häufiger sind als die reine subsp. *veronense* Beck. So ist, wie schon erwähnt, auch die f. *brevisepalum* m. wegen der relativen Kleinheit der Blätter und Kürze der Kelchzipfel als Zwischenform zwischen der subsp. *vulgare* Neilr. und subsp. *veronense* Beck aufzufassen. Ferner finden sich auch nicht selten Formen, welche bei stärkerer Reduktion der Blattspreite noch relativ lange Kelchzipfel, größere Blüten oder größere Früchte aufweisen.

H. perforatum L. subsp. δ **angustifolium** DC., Fl. France, V, p. 630 (1815).

Synonyme: Gaudin, Fl. Helv., IV, p. 628 (1829); *H. perforatum* β *angustifolium* Koch, Syn., ed. 1, p. 134 (1835); *H. perforatum* var. β *angusti folia* Koch, Deutschl. Fl., V, p. 349 (1839); *H. perforatum* β *stenophyllum* (Wimm. et Grab.) Neilr., Fl. Niederösterreichs, p. 826 (1859).

Blätter relativ schmal ($L:B$ im Maximum $= 5:1$) und relativ kleiner als bei subsp. *vulgare* Neilr.

Blütenstand relativ reichblütig, mit Cymen, deren Seitenglieder starke Schraubeltendenz zeigen (selbst 13 Blüten pro Schraubel im Maximum).

Blüten klein (15 bis 20 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel schmäler als bei subsp. *vulgare* Neilr. (zirka 0·7 bis 1 *mm* breit und zirka 4 bis 6 *mm* lang), so lang bis doppelt so lang als der Fruchtknoten, meist nur hell gestricheltpunktiert (Fig. 6 *a, c, b*).

Kronblätter meist relativ schmäler als bei subsp. *vulgare* Neilr., an dem einen Rande relativ stark gekerbt und mit schwarzen Randpunkten versehen.

Frucht kleiner und schmäler als bei subsp. *vulgare* Neilr. (zirka 5 bis 8 *mm* lang, $LD:QD$ zirka 1·8 bis 2).

Perikarpdrüsen größtenteils punktförmig, eine oder zwei gegen den Medianus hin strichförmig (Fig. 6 *e*).

Verbreitung: Mittel- und Südeuropa zerstreut, an mehr trockenen Standorten.

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:

Spanien: Langeron, Winkler (HK, HB); Citra Lusitaniae, Winkler (HK); Ronda, lieux incultes et calcaires, Reverchon

(HUW); Blanco de Jaen, Herb. Heldreich (HK); Algeciras, Fritze (HB); Albaraccin, lieux incultes, Reverchon (HUW); Menorca, Rodriguez (HZ).

Portugal: Coimbra (Arregaça), Moller (HUW).

Frankreich: Menton, alp. marit. (HZ); Les Pennes, lieux incultes à la Gavotte, Reynier (HZ).

Schweiz: Lausanne, Sulpice, Favrat (HZ).

Italien: Manfredonia, Sardagna (HUW).

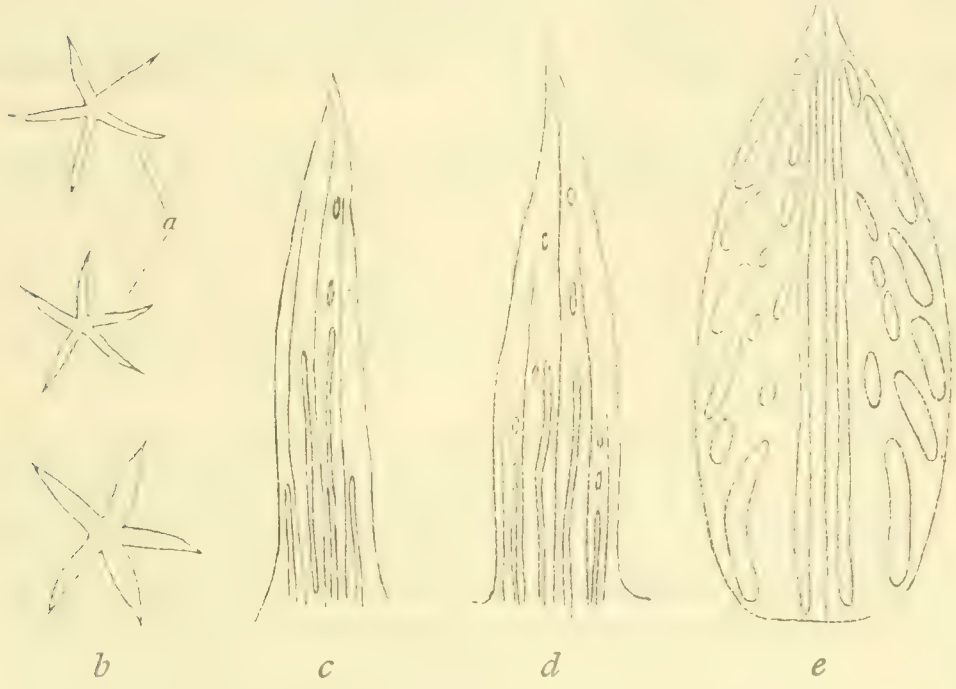


Fig. 6.

a) Kelch von *H. perforatum* L. subsp. *angustifolium* DC. (natürl. Größe).
b) Kelch von subsp. *vulgare* Neilr. (natürl. Größe).
c) und *d)* Kelchzipfel von subsp. *angustifolium* DC.
e) Fruchtwandung von subsp. *angustifolium* DC.

Deutsches Reich:

Bayern: Bernau, Kieswege (523 *m*), H. Paul (HBG); Rand des Ochsenfurter Forstes, Appel (HZ, HUW).

Provinz Brandenburg: Driesen, Lasch (HB).

Österreich-Ungarn:

Oberösterreich: Wildshut, Vierhapper (HUW).

Niederösterreich: Alauntal bei Krems, auf dürren Bergabhängen, J. Kerner (HK); Wiener-Neustadt, Sonklar (HUW); bei Schellach (Bezirk Melk), Vierhapper (HUW).

Steiermark: Platte nördlich Graz (600 *m*), l. i.; »In der Einöd«, nördlich Maria-Trost (zirka 470 *m*), l. i.; Andritz-Ursprung, leg.? (HJG); Murauen südlich Graz, l. i.; Ziegeleien bei St. Peter, l. i.; sandige Brachäcker südwestlich von Kalsdorf, l. i.; Leibnitz, Streinz (HJG); Straße zwischen Gratwein und Stübing, l. i.; Weitendorf bei Wildon, l. i.

Tirol: Innsbruck, Plätschental, A. Kerner (HK).

Kroatien: Jellenje an der Louisenstraße, Lorentz (HK); Fiume, Straße nach Drenova, Smith (HK).

Ungarn: Budapest, Herminenfeld, im Sande, A. Kerner (HK); Csepel-Insel prope Ujfalu, Tauscher (HK); Coth. Albens, insula Danub., Tauscher (HK).

Dalmatien: Spalato, in fossis litoreis prope St. Stephan, in pinis, Evers; Salona, in ruinis basilicae cimeterii, Evers (HUG).

Bosnien: Drina-Ufer bei Višegrad, auf Kalk, Schiller (HUW).

Balkanländer:

Serbien: In pascuis ad Vranja, Adamović (HUG); Niš, Jovanović (HUW); Pirot, solo calc., Adamović (HUW).

Griechenland: In monte Kyllini supra Trikkala, Herb. Heldreich (HB); Kiphissos-Ufer, Herb. Heldreich (HB); in silva prope Kuman Elidis, Oertzen (HB); Felsenweg in den Weingärten bei Xarosa-Parnes, Herb. Heldreich (HB); in insula Scopelo, Herb. Heldreich (HB); in insula Andri, Sartori (HB).

Albanien: Terr. Kraja, distr. Scutari, in campis, Baldacci (HUW).

Bulgarien: In agro Sofiano, Adamović (HB).

Die subsp. *angustifolium* DC. weicht durch eine Reihe von Merkmalen von subsp. *vulgare* Neilr. ab. Im Grunde handelt es sich hier aber nur um einen Unterschied, um Verschmälerung oder Verkleinerung verschiedener Teile. Dies ist beim Extrem auch recht scharf durchgeführt. Doch läßt sich öfter an einem und demselben Standort eine größere Variation dieser Merkmale beobachten. So ist die Breite der Blätter nicht geringen Schwankungen ausgesetzt. Individuen, welche an einem und demselben Standort wuchsen und allem Anschein

nach gleicher Abstammung waren, zeigten hierin größere Unterschiede (zwischen 5 : 1 und 2 : 1).

Die Länge der Kelchzipfel zeigt eine nicht geringe Variabilität, insofern als sie selbst an Exemplaren eines und desselben Standortes zwischen der einfachen und doppelten Fruchtknotenlänge schwanken kann. Es ist klar, daß Formen mit relativ kurzen Kelchzipfeln, bei denen überdies noch die Blüten klein und die Blätter relativ breit sind, schwer oder gar nicht mehr von der subsp. *veronense* Beck zu unterscheiden sind. Tatsächlich konnte ich an Standorten der subsp. *angustifolium* DC. auch öfter reine »*veronense*«-Formen konstatieren.

Aus dem Vorkommen der subsp. *angustifolium* DC. an trockeneren Standorten (an sandigem, steinigem oder Kalkboden) läßt sich schließen, daß sie ebenso wie die subsp. *veronense* Beck auf eine Umprägung der subsp. *vulgare* Neilr. durch Klima und Boden zurückzuführen ist.

Auch hier ist der Vorteil der Umprägung leicht einzusehen; er besteht in der Herabsetzung der Transpiration durch Oberflächenverkleinerung.

Inwieweit die Merkmale der subsp. *angustifolium* DC. konstant sind, könnte auch hier wie bei subsp. *veronense* Beck wohl nur durch Kulturversuche entschieden werden.

Es sollen weiter noch einige hierhergehörige, in der Literatur jedoch unter anderen Namen beschriebene Formen kurz besprochen werden.

So wurde von Heuffel[1] eine *Hypericum*-Form als *H. Schlosseri* Heuffel aufgestellt[2] und später (1869) auch in Schlosser et Vokutinović, Fl. Croat.,[3] aufgenommen. Nach der Beschreibung bei Heuffel: »... foliis ... linearibus ... calycis segmentis lanceolatis ... integris« handelt es sich hier allem Anschein nach nur um die subsp. *angustifolium* DC. Mir lagen nun auch Exemplare[4] unter der Bezeichnung *H. veronense* Schrank var. *Schlosseri* Heuffel vor, welche der subsp.

[1] In Flora, Bd. 1853, p. 626.

[2] Mit der Ortsangabe: »in rupibus Zagoriae in Croatia«.

[3] p. 381.

[4] Im HUW (ex herb. Vokutinović).

angustifolium DC. völlig entsprachen. Andere als *H. perforatum* L. var. *corioides* Vokutinović bezeichnete Exemplare[1] standen wieder der subsp. *veronense* Beck sehr nahe durch die Kleinheit der Blätter und die Kürze der Kelchzipfel. Ferner entspricht eine ebenfalls von Heuffel[2] unter dem Namen *H. coris Schlosseri* non L. beschriebene Form: »...folia... linearia... calycis segmenta... lanceolata...integra...« wohl auch nur der subsp. *angustifolium* DC.

Endlich dürfte das *H. perforatum* L. var. *moesiacum* Velenovský[3] nach der Beschreibung: »... foliis tenuiter linearibus, floribus typo dimidio minoribus...« ebenfalls nur der subsp. *angustifolium* DC. entsprechen.[4]

Wenn wir nun den Formenkreis des *H. perforatum* L. noch einmal überblicken, so können wir wohl mit Sicherheit behaupten, daß die subsp. *vulgare* Neilr. der Haupt- und Stammform des ganzen Formenkreises entspricht, und zwar aus dem Grunde, weil sie die häufigste und verbreitetste Form ist und auch die Merkmale der drei anderen Subspezies sich leicht durch Umbildung aus der subsp. *vulgare* Neilr., und zwar teils auf dem Wege der Anpassung (subsp. *veronense* Beck und subsp. *angustifolium* DC.), teils durch Mutation (subsp. *latifolium* Koch) erklären lassen.

H. maculatum Cr., Stirp. Austr., fasc. 2, p. 98 (1769) (sensu ampl.).[5]

Wurzelstock verzweigt, mit relativ zahlreichen, langen Stolonen.

Stengel vierkantig, mit zwei Haupt- und zwei Nebenleisten; die letzteren bald stärker, bald schwächer ausgebildet, seltener vollständig fehlend.

[1] Im HUW (ex herb. Vokutinović).

[2] In Flora, Bd. 1853, p. 627.

[3] L. c. Die Pflanze ist angegeben für Nisidagi ad Batecinam (Balkan).

[4] Exemplare lagen mir nicht vor.

[5] Da bei Linné die Bezeichnung *H. quadrangulum* L. sehr zweideutig ist, wählte ich diesen als den nächst ältesten Namen in Übereinstimmung mit Fritsch (l. c., p. 412) und Hayek (l. c., p. 602).

Blätter breit- bis schmal-elliptisch; helle Drüsenpunkte nahezu fehlend oder reichlich vorhanden; die dunklen Drüsen teils über die Blattfläche verstreut, teils am Rande einen relativ dichten Saum bildend.

Nervatur relativ dicht durchscheinend-netzig; die Rippen auf der Unterseite der Blätter meist ein dichtes Netz bildend.

Blütenstand relativ armblütig, aus dekussiert angeordneten, einfachen bis zusammengesetzten Cymen bestehend, mit relativ geringer Tendenz zur Schraubelbildung.

Blüten in der Größe schwankend (zirka 20 bis 30 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel von schwankender Länge (solang bis anderthalb so lang als der Fruchtknoten, ein Drittel bis halb so lang als die Kronblätter), meist sehr breit, stumpf oder etwas spitz, mit fast ungezähnter oder stark buchtig-gezähnter Spitze, ferner bald mit nur hellen, bald mit hellen und dunklen, rein punktförmigen oder punkt- und strichförmigen Drüsen.

Kronblätter an dem einen Seitenrand mit Kerben oder ohne solche und mit oder ohne schwarze Randpunkte; auf der Fläche bald mit nur hellen, bald mit hellen und dunklen, rein punktförmigen oder punkt- und strichförmigen Drüsen.

Staubblätter zahlreich (im Maximum 100 pro Blüte), zwei Drittel bis fast so lang als die Kronblätter.

Fruchtknoten breit-eiförmig; Griffel so lang bis doppelt so lang als der Fruchtknoten.

Frucht breit-eiförmig ($LD:QD$ zirka 1·5), im Maximum 10 *mm* lang.

Perikarpdrüsen meist zahlreich, schmal, größtenteils lang-strichförmig.

Samen bei den Subspezies in verschiedener Durchschnittszahl auftretend (0·8 bis 1·2 *mm* lang, 0·3 bis 0·4 *mm* breit, zirka 50 bis 120 pro Fruchtfach), hell- bis dunkelbraun.

Pollenkörner bei den Subspezies von verschiedener Durchschnittsgröße.

Eine Einteilung des *H. maculatum* Cr. wurde von Tourlet[1] und Schinz[2] vorgenommen.[3]

---

[1] L. c., p. 307. [2] L. c., I, II. [3] Siehe Einleitung, p. 506 und 507.

Ich unterscheide dieselben zwei Subspezies wie Schinz (abgesehen von nomenklatorischen Änderungen), halte es jedoch für notwendig, auch das *H. quadrangulum* var. *immaculatum* Murb.[1] als eigene Subspezies[2] aufzustellen.

Ich stelle daher folgende drei Subspezies auf:

subsp. α *typicum* m.,
subsp. β *immaculatum* (Murb.) m.,
subsp. γ *erosum* (Schinz) m.

Dabei entspricht die subsp. α *typicum* m. dem *H. quadrangulum* aut., beziehungsweise *H. quadrangulum* subsp. *quadrangulum* (sensu str.) im Sinne von Schinz und Tourlet.

H. maculatum Cr. subsp. α typicum m.

Synonyme: *H. maculatum* Cr., Stirp. Austr., fasc. 2, p. 98 (1769); *H. dubium* Leers, Fl. Herb., p. 165 (1775) (et aut. angl.); *H. delphinense* Vill., Hist. pl. Dauph., 3, p. 497 (1789); *H. obtusum* Mnch., Meth., p. 129 (1794); *H. tetragonum* Fries, Fl. Hall., p. 124 (1817 bis 1818); *H. quadrangulum* β *dubium* DC., Prodr., 1, p. 548 (1824).

H. commutatum Nolte, Nov. Fl. Hols., p. 69 (1826); Reichenbach, Fl. Germ. exc., II, p. 837, No. 5180 (1830 bis 1832); Icones Fl. Germ. et Helv., VI, f. 5180 *c* (1841); Bonnet, in Bull. soc. bot. Fr., t. 25, p. 276 (1878); Rouy et Foucaud, Fl. France, t. III, p. 334 (1896).

H. quadrangulum subsp. *quadrangulum* (sensu str.) Tourlet, in Bull. soc. bot. Fr., t. 50, p. 307 (Mai 1903); Schinz, in Viert. nat. Ges. Zür., Bd. 49, p. 231 bis 241 (1904).

H. quadrangulum aut. mult.

Nervatur sehr dicht durchscheinend-netzig, Maschennetz auf der Unterseite relativ stark hervortretend (Fig. 1 *a*). Helle Drüsenpunkte bald nahezu fehlend, bald reichlich vorhanden.

Blütenstand aus dekussiert angeordneten, einfachen oder zusammengesetzten Cymen bestehend.

Blüten in der Größe schwankend (20 bis 25 *mm* im Durchmesser).

---

[1] L. c., p. 152.

[2] Wie auch Wettstein, l. c., p. 36.

Kelchzipfel hellgrün, relativ kurz, von der Länge des Fruchtknotens, sehr breit, stumpf oder etwas spitz, mit meist unmerklich gezähnter Spitze. Helle und dunkle Drüsen punktförmig ausgebildet (Fig. 7 *a, b*).

Kronblätter am Rande nicht gekerbt und meist ohne schwarze Randpunkte, mit vorwiegend dunklen Drüsen von meist punktförmiger Ausbildung (Fig. 7 *c*).

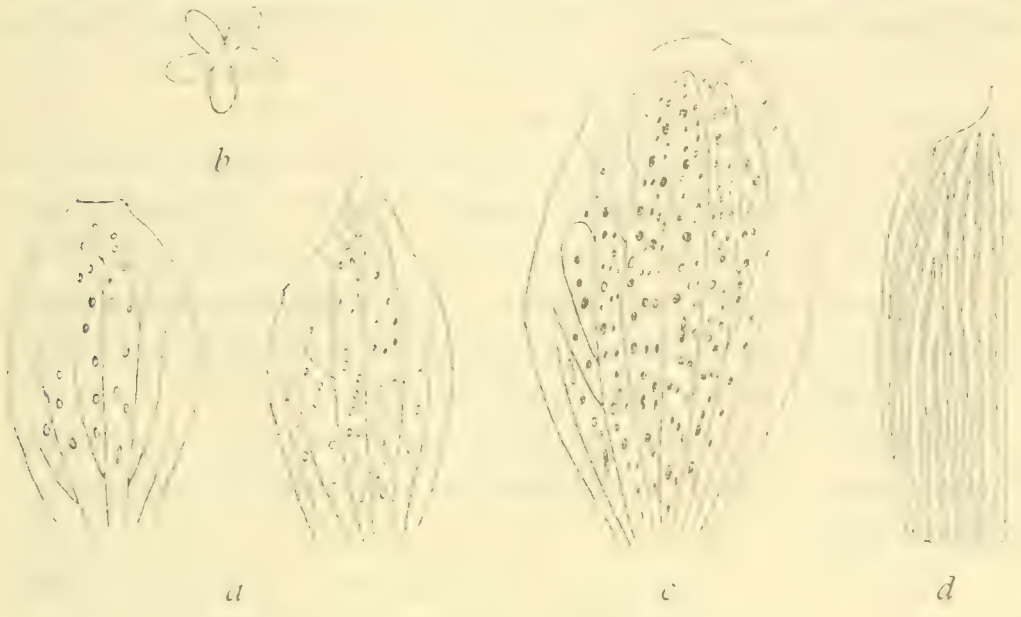


Fig. 7.

H. maculatum Cr. subsp. *typicum* m.

a) Kelchzipfel. *c)* Kronblatt.
b) Kelch (natürl. Größe). *d)* Fruchtwandung.

Staubblätter zwei Drittel bis fast so lang als die Kronblätter.

Griffel relativ kurz, etwa von der Länge des Fruchtknotens.

Perikarpdrüsen zahlreich, schmal, strichförmig (Fig. 7 *d*).

Samen relativ klein (nur zirka 0·8 *mm* lang, 0·3 *mm* breit), relativ zahlreich (zirka 70 bis 120, Maximum 140), gelblich- bis grünlichbraun.

Pollenkörner relativ klein (etwa zwei Drittel des Durchmessers von *H. perforatum* L.).

Verbreitung: In der subalpinen und alpinen Region der Gebirge Europas (selten auch im Tiefland der südlichen

Gebiete, hingegen häufig im Norden). In den Alpen von zirka 900 bis 2100 *m* (?).[1]

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:[2]

Österreich-Ungarn:

Böhmen: Kesselkoppe (1370 *m*), Fieck (HUW); Nimes in Bohemia, Lorinser (HK, HB); bei Karlsbad, l. i.;[3] Grünberg bei Eger (632 *m*), l. i.; Plattenberg bei Liebenstein (637 *m*), l. i.; Haslau bei Franzensbad (zirka 500 *m*), l. i.; Sirmitz bei Franzensbad (zirka 440 *m*), l. i.; Hainberg bei Asch (732 *m*), l. i.; Duppau, Schuh (HZ).

Mähren: Datschitz, Oborny (HUW).

Schlesien: Freudenthal, auf Wiesen und Brachen, Aichinger (HK); Altvater (4000 Fuß), Hegelmeier und Schweinfurth (HB); Hirschbadkamm, Engler (HB).

Niederösterreich: Wechsel (HUW); Schneeberg (HUW); Raxalpe, Ortmann (HZ); Grünschacht, Mayer (HK); Jauerling, Kerner (HK); Annaberg, J. Kerner (HK).

Oberösterreich: Reichraming, Steininger (HUW); Hinterstoder, J. Kerner (HK); Ischl, Stohl (HUW); Ebenzweier, Stohl (HUW).

Salzburg: Torfgründe im Schallmoos, K. Fritsch (HF); Untersberg (6000 Fuß, HF); Thalgau, Bahnhof, an Wiesenrändern (HF); St. Gilgen, K. Fritsch (HF); Radstädter Tauern, K. Fritsch (HF); Tweng im Lungau, Herb. Janchen (HZ); Bruck im Pinzgau, an der Zeller Straße (HF).

Tirol: Höhenbachtal, bei Holzgau im Lechtal, Zimmeter (HUW); bei St. Johann, Bergwiesen in Trippach (1500 bis 2000 *m*), Treffer (HUG); Zillertal, leg.? (HJG); Zemmtal, leg.? (HJG); Mühlau, Evers (HUG); Trins im Gschnitztal, A. Kerner (HUW); Lärchwiesen ober Mieders im Stubaital, Kerner (HK); Grasstein, Eisacktal (1160 *m*), Heimerl (HZ); Ritten

[1] Soweit mir Exemplare vorlagen.

[2] Ich berücksichtige hier nur das Material aus Österreich-Ungarn und den nördlichen Gebieten, übergehe jedoch aus Raumrücksichten Frankreich und die Schweiz, will jedoch erwähnen, daß mir aus dem Zentralplateau Frankreichs und aus fast sämtlichen Kantonen der Schweiz reichlich Material zur Verfügung stand.

[3] Bedeutet legi ipse.

prope Bulfanum. Hausmann (HB, HJG); Brixen, Mayergünter (HJG); Val di Ledro (1800 bis 2000 *m*), Porta (HZ); Campiglio, Sardagna (HUW); Monte Baldo (1000 *m*), Rigo (HZ).

Kärnten: Fl. exsicc. carniol., leg.? (HUW).

Steiermark: In pratis udis ad Ramsau, prope pagum Schladming, solo calc. (1050 *m*), Hayek (HJG, HUW, HUG); Murau, in pascuis montis Frauenalpe, solo schistac. (1500 *m*), Fest (HJG); bei Trieben, Torfmoor, Hayek (HUW); Seckau (880 *m*), Pernhoffer (HUW); Admont, Waldränder, leg.? (HJG); Bruck, Fürstenwärther (HJG); Breitenau (zirka 500 *m*), l. i.; Hochlantsch (1722 *m*), l. i.; Teichalpe (1175 *m*), l. i.; Scherer-kogel bei Übelbach, Müllner (HJG); Pleschkogel (1062 *m*), Walzkogel (1098 *m*), Mühlbachkogel (1050 *m*), l. i.; Tasche, östlich Peggau (815 *m*), l. i.; H. Rannach (1004 *m*), l. i.; Schöckelgebiet (1446 *m*), l. i.; Kulmberg bei Weiz (976 *m*), l. i.; Ries (zirka 450 *m*), Stiftingtal, bei Maria Trost, stellenweise, l. i.; Murauen, südlich Graz (zirka 330 *m*), l. i.; Bergwälder, Rakowitz im Bachergebirge, Simony (HUW); Riez, Wiesen, Kochbeck (HUW).

Krain: Schneeberg bei Laas, solo calc. (1500 *m*), Paulin (HUW, HJG); Pristova ober Jauerburg (HJG); Porzen ob Zarz, leg.? (HUW).

Ungarn: Pukancz ad fossas (HZ); in alpe Rohácz (Arva), Szontag (HB); Tatra, Gebüsche bei Javorina, Reimann (HB); Hradek im Liptauer Komitat (HJG, HK); in den Schluchten des Bokodei bei Petrosa auf Porphyrit, Kerner (HK); auf Bergwiesen bei Abrudbánya, Csató (HUW); ad lacum Zanóga alp. Retyezát (6500 Fuß), Borbás (HK); Retyezát, Kanitz (HB); ad rivulos alp. Szarkó (6000 bis 6600 Fuß), Borbás (HK); prope Coronam de nemoribus elatioribus, Schur (HK).

Türkei: Konstantinopel, Herb. Sickenberger (HZ).

Albanien: Sub Varda Kom. distr. Vasojavički (Baldacci, It. Alb. sext., HUW).

Bulgarien: Am Jumrukčal, Urumoff (HUW); in alpinis m. Midžor, Balkan, Jovanović (HZ).

Deutsches Reich:

Bayern: Auf dem Kampen zwischen Tegernsee und Lenggries (HB); bei Loser, Hofmann (HBG); Bad Steben, leg.? (HZ); Waldmünchen, Herb. Holler (HBG).

Sachsen: Ottenwalder Grund, Sächsische Schweiz, Herb. Knuth (HB); Kapellenberg bei Schönberg (zirka 700 *m*), l. i.

Provinz Schlesien: Claren Kranit, Engler (HB); Wiesen und Gebüsch im Koberwitzer Park, Herb. Knuth (HB); Grünberg, Lindenbusch, Hellwig (HZ, HUW).

Provinz Brandenburg: Driesen, Lasch (HB); Prentzlau, Torfgräben, Grantzov (HB); Waldwiese in der Jungfernheide gegen Tegel hin, Herb. Knuth (HB); Bredower Forst bei Nauen, Ascherson (HGM), Scheppig (HZ), Lakkowitz (HB).

Provinz Posen: Bromberg, Mühltal, Roepke (HZ).

Harzgebiet: Hahnenklee im Harz, Wilde (HZ); Bergwälder von Sophienhof, Söcki (HZ); St. Andreasberg (HUG); Wiesen bei Tanne, Eggert (HB).

Rußland: Nowogródek, Dybowski (HUW, HB); Lublin, Karo (HZ); Ojców, Unverricht (HB); Konin, Baenitz (HB); Dorpat, Ledebour (HB); Schlüsselburg, im Gesträuch, Körnicke (HB); Kosmodemjansk, Busch (HUW); Ural merid., Ehrenberg (HB).

Finnland: Regio aboënsis par Lojo in margine silvae, Lindberg (HUW).[1]

Schweden: Gestrikland par Hedesunda, Kallström (HZ); Rimbo, Murbeck (HUW); Uplandia, Andersson (HK); Upsala, Andersson (HB).

Die Merkmale des *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. zeigen recht große Schwankungen. So variieren die Nebenleisten in der Stärke ihrer Ausprägung. Nicht selten fehlen sie im oberen und unteren Teile der Pflanze, manchmal fehlen sie selbst fast vollständig. Ich möchte diese Form als f. *glabrum* m. bezeichnen. Auch die Breite der Blätter unterliegt großen Schwankungen. So finden sich nicht selten Formen mit sehr breiten, fast kreisrunden, wie auch solche mit auffallend schmalen Blättern ($L : B = 1 \cdot 3$ bis $1 \cdot 5$, beziehungsweise 3 bis $3 \cdot 5$). Diese recht markanten Formen wären als f. *rotundifolium*

[1] Auf der Etikette fand sich folgende Notiz: »In Finnlandia australi frequenter, propius septentrioni minus frequens, usque ad 64° 15′ lecta est. In Lapponia Imandrae unico loco (66° 40′) crescit, ceterum in Lapponia omnino non est.«

m., beziehungsweise f. *angustifolium* m. zu bezeichnen. Nun gibt es natürlich zwischen diesen Formen auch alle Übergänge.

Weiter lassen sich Formen mit punktierten und nicht punktierten Blättern unterscheiden. Es kommen an den Standorten größere Trupps vor, welche nur aus »punktierten« Exemplaren bestehen, an anderen Stellen wieder solche, welche der Punkte entbehren. Es sind dies zwei im Extrem recht scharf geschiedene Typen; ich möchte dieselben nach dem Vorgange von Schinz[1] als var. *genuinum* Schinz und var. *punctatum* Schinz bezeichnen. Allerdings ist die var. *genuinum* Schinz nicht im strengen Sinne punktlos, vielmehr finden sich auch hier an den obersten Blättern oder zerstreut an den übrigen Blättern immerhin meist noch einzelne Punkte; ferner finden sich auch Übergänge zwischen den beiden Varietäten in allen Abstufungen. Doch sind diese jedenfalls auf Variation oder Kreuzung zurückzuführen.[2]

Ferner ließen sich in der Dichte des transluziden Nervennetzes selbst an Individuen eines und desselben Standortes verschiedene Grade beobachten; dasselbe konnte bei sonst ganz typischen Formen auch relativ weitmaschig sein. So fand ich die Nervatur nicht selten bei der var. *punctatum* Schinz, was hier vielleicht mit der Dichte der Punktierung in Korrelation stehen könnte. Ich möchte diese Form als f. *subnervosum* m. hinstellen. Doch fand ich in manchen Fällen auch bei der var. *genuinum* Schinz die Nervatur mehr weitmaschig. Jedenfalls bilden solche Formen in bezug auf die Nervatur einen Übergang zu der Subspezies *erosum* m.

Die Kelchzipfel sind beim Typus sehr breit, seltener relativ schmäler. Die Spitze ist meist nahezu ungezähnt, manchmal jedoch stärker ausgebuchtet-gezähnt, was dann wieder an die subsp. *erosum* m. erinnert.

Auch die Punktierung der Kelchzipfel schwankt recht stark. Bald sind die hellen und dunklen Drüsenpunkte gleich-

[1] L. c., I, p. 21, 22; II, p. 242.

[2] Bei manchen Exemplaren waren auch die dunklen Punkte an den Blättern sehr reichlich vorhanden.

mäßig verteilt, bald wieder sind fast nur helle Punkte vorhanden.

Die Kronenblätter sind manchmal fast nur mit zahlreichen, feinen, schwarzen Drüsenpunkten versehen. Doch finden sich meist auch einzelne dunkle Drüsenstriche im unteren Teile derselben. Es treten nun auch nicht selten Abänderungen auf, sei es durch stärkere Betonung dunkler (zum Teil auch heller) Drüsenstriche gegenüber den Punkten,[1] sei es durch das Auftreten der sonst fehlenden schwarzen Randpunkte an den Kronblättern, worin sich wiederum Annäherungen an die subsp. *crosum* m. ergeben. Ferner waren in manchen Fällen (doch relativ selten) nur helle Drüsen (vorwiegend Punkte) an den Kronblättern vorhanden oder es fehlten auch solche nahezu vollständig. Ich möchte diese Form mit hellen Drüsen als f. *luteum* m. bezeichnen.

Wenn wir die behandelten Formen des *H. maculatum* subsp. *typicum* m. nochmals überblicken, können wir bezüglich der Punktierung eine var. *genuinum* Schinz und *punctatum* Schinz und bei jeder der letzteren wieder eine f. *glabrum* m., bezüglich der Nervatur eine f. *subnervosum* m., hinsichtlich der Form der Blätter eine f. *rotundifolium* m. und *angustifolium* m. und andere unterscheiden. Auch können die Charaktere der genannten Formen in Kombination auftreten. So gibt es z. B. Formen mit punktierten Blättern, schwach-netziger Nervatur und schwach ausgeprägten Nebenleisten und andere.

Ich habe noch die Identität des *H. commutatum* Nolte mit *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. zu beweisen. Nolte,[2] der Entdecker der Pflanze, verglich sie mit dem Bastard *H. perforatum* L. × *H. maculatum* Cr., wie aus den Worten: »...quae paene hybridae H. perforati et quadranguli similis est«, hervorgeht. Bonnet[3] kommt zu dem Schlusse, daß die Pflanze als Bastard *H. maculatum* Cr. × *H. perforatum* L. zu betrachten sei.

[1] Man könnte etwa in diesem Falle von einer Form *lineolatum* sprechen.

[2] L. c., p. 69.

[3] L. c., p. 276.

Nun ließen mich die Originalexemplare aus dem HB, welche sowohl der Beschreibung Bonnet's als auch der Abbildung bei Reichenbach[1] völlig entsprachen, klar erkennen, daß es sich hier um ein *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. var. *punctatum* Schinz handle.

Die Pflanze stimmt mit der subsp. *typicum* m. überein in der guten Ausbildung der Haupt- und Nebenleisten, in der relativ stark durchscheinend-netzigen Nervatur, in der großen Breite, Stumpfheit und mangelnden Zähnelung der Kelchzipfel, in der Größe der Blüten und in der Punktierung der Kronblätter.

Reichenbach[2] sagt von der Pflanze: »Habitus omnino quadranguli, sed folia grosse cribrosa et caulis magis tetrapteri«. Allein ein Vergleich mit *H. tetrapterum* Fries ist hier nicht am Platze, da die Leisten dem *H. maculatum* Cr. völlig entsprechen und die Punktierung der Blätter nicht so fein und dicht, die Nervatur dichter-netzig erscheint als bei *H. tetrapterum* Fries.

Noch muß ich kurz darauf hinweisen, daß das *H. perforatum* L. subsp. *latifolium* Koch häufig mit dem *H. commutatum* Nolte für synonym erklärt wurde (doch immerhin von manchen Autoren mit Fragezeichen, z. B. von Beck[3]).

Ferner wurden auch Formen des *H. maculatum* subsp. *erosum* (Schinz) m. und auch *H. maculatum* Cr. × *perforatum* L.-Bastarde öfter so bezeichnet.

H. maculatum Cr. subsp. β **immaculatum** (Murb.) m.

Synonyme: *H. quadrangulum* var. *immaculatum* Murb., Beitr. zur Kenntnis der Flora von Südbosn. und Herc., p. 152 (1891); Beck, Flora von Südbosn. und der angrenz. Herc., VII, in Ann. nat. Hofm., X, p. 182 (1895); *H. quadrangulum* subsp. *immaculatum* (Murb.) Wettst., Beitr. zur Flora Alban., p. 36 (1892); *H. immaculatum* (Murb.) Vierhapper, Aufzähl. der von Prof. Dr. O. Simony im Sommer 1901 in Südbosn. gesam. Pfl., p. 27 (1906).

Blätter bald mit, bald ohne helle Punkte, mit dicht durchscheinend-netziger Nervatur.

---

[1] L. c., f. 5180 *c*.

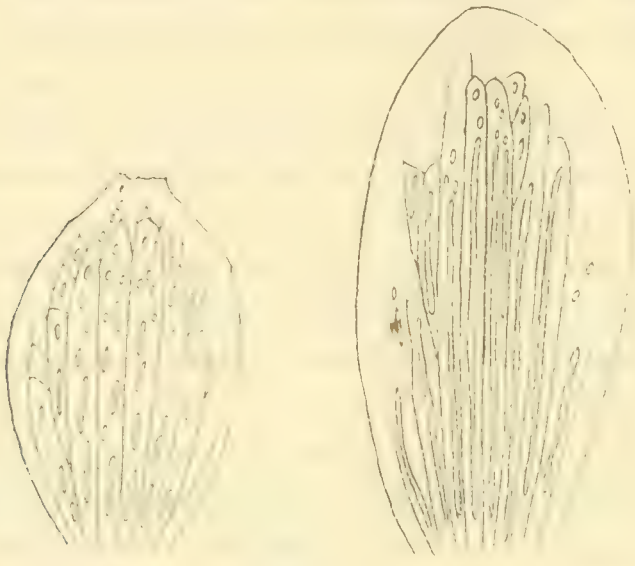
[2] L. c., p. 69.

[3] L. c., I, p. 530.

Kelchzipfel breit-eiförmig, stumpf oder etwas spitz, mit meist unmerklich gezähnter Spitze, mit hellen, punkt- und strichförmigen Drüsen (Fig. 8 *a*).

Kronblätter mit hellen, vorwiegend lang-strichförmigen Drüsen (Fig. 8 *b*).

Verbreitung: In der subalpinen und alpinen Region der Balkanhalbinsel verbreitet (Bosnien, Hercegovina, Montenegro, Albanien, Serbien, Bulgarien; bis zirka 1800 *m*).[1]



a *b*

Fig. 8.

H. maculatum Cr. subsp. *immaculatum* (Murb.) m.
a) Kelchzipfel. *b)* Kronblatt.

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:

Bosnien: Matorac, ziemlich häufig auf der Nordseite in den zwischen 1600 bis 1750 *m* Seehöhe gelegenen *Vaccinium*-Beständen sowie längs der oberen Grenze des Vrhovi-Waldes, Simony (HUW); Wiesen bei der Kaserne Meštrovac, 1100 *m*, Schiller (HUW); Wälder bei Stolac bei Višegrad, 1400 bis 1500 *m*, Schiller (HUW); Trescavica planina (Keller, It. bosn., HZ).

Hercegovina: Alpentriften auf der Veleż planina häufig, zirka 1700 bis 1800 *m*, Murbeck (HUW).

[1] Soweit mir Material vorlag; nach Angaben anderer Autoren noch höher oben auftretend.

Albanien: Sub Varda Kom. distr. Vasojavički (Baldacci, It. Alb. sext., HUW); Scardus, in locis graminosis montis Serdarica Duran (Dörfler, It. Turc., HUW).

Serbien: In der Gegend von Ostrozub, Dörfler (HUW); in subalp. ad Devotin prope Vranja, Adamović (HUW); Kopaovnik, Dimitrijević (HUW); in alpinis m. Midžor, Balkan, Jovanović (HZ); in alpinis ad Bata sub monte Vrašija glava (catenae Balkan), Adamović (HUW).

Bulgarien: Am Jumrukčal, Urumoff (HUW).

Murbeck charakterisiert die Pflanze mit den Worten: »A planta typica non differre videtur nisi petalis, quae maculis punctisque nigris omnino carent.« Dazu ist nun zu bemerken, daß an den Kronblättern dieser Form zwar dunkle Drüsen fehlen, immerhin aber helle Drüsen reichlich vorhanden sind.[1] Zum Unterschiede von subsp. *typicum* m., wo die Drüsen zumeist nur dunkel und vorwiegend zart-punktförmig ausgebildet sind, sind sie hier hell und vorwiegend lang-strichförmig. Immerhin treten an den Kronblättern manchmal auch einzelne dunkle Punkte gegen die Spitze hin auf.[2]

Beck[3] und Vierhapper[4] charakterisieren das »*immaculatum* Murb.« auch noch durch das Vorhandensein zahlreicher heller Drüsen an den Blättern. Dies stimmt auch für die Mehrzahl der Fälle. Doch lagen mir auch Exemplare des »*immaculatum* Murb.« vor, deren Blätter nur sehr spärlich punktiert waren. Ich möchte hier daher analog wie bei der subsp. *typicum* m. eine var. *punctatum* m. und var. *epunctatum* m. unterscheiden. Doch fanden sich zwischen diesen beiden Extremen auch mehrfach Übergänge.

Noch wäre zu erwähnen, daß beim »*immaculatum* Murb.« auch an den Kelchzipfeln fast nur helle Drüsen auftreten, ebenso auch an den Blättern (abgesehen vom Rand), worin sich jedenfalls eine Korrelationserscheinung äußert. Ferner zeigt die Dichte des transluziden Nervennetzes, ähnlich wie bei der

---

[1] Dies betont auch Beck, l. c., II, p. 182.

[2] Darauf weist auch schon Beck, l. c., II, hin.

[3] L. c., II, p. 182.

[4] L. c., p. 27.

subsp. *typicum* m., verschiedene Grade. Auch die Breite der Blätter unterliegt größeren Schwankungen.

Es frägt sich nun, ob die Merkmale des »*immaculatum* Murb.« genügen, um es von *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. als Subspezies abzutrennen. An sich vielleicht nicht. Entscheidend ist hier jedoch der Umstand, daß laut den übereinstimmenden Berichten der Besucher der Standorte unserer Form (Murbeck, Wettstein, Beck u. a.) das »*immaculatum* Murb.« ein selbständiges Verbreitungsgebiet bewohnt, in welchem die subsp. *typicum* m. nur relativ selten vorkommt. Ich schließe mich daher Wettstein[1] an, wenn er das »*immaculatum* Murb.« als Subspezies auffaßt.[2]

H. maculatum Cr. subsp. γ **erosum** (Schinz) m.

Synonyme: *H. Desetangsii* Lamotte β *imperforatum* Bonnet, in Bull. soc. bot. Fr., t. 25, p. 277 (1878); *H. quadrangulum* var. *erosum* Schinz, in Bull. Herb. Boiss., 2e sér., p. 21 (Dezember 1902); *H. quadrangulum* subsp. *obtusiusculum* Tourlet, in Bull. soc. bot. Fr., t. 50, p. 307 (Mai 1903); *H. quadrangulum* L. subsp. *erosum* Schinz, in Viert. nat. Ges. Zür., Bd. 49, p. 231 bis 241 (1904); *H. quadrangulum* aut. nonnull.

Pflanze höher, mehr verzweigt und mit längeren Internodien versehen als die subsp. *typicum* m.

Nebenleisten meist scharf ausgeprägt, seltener nahezu fehlend.

Blätter breiter- oder schmäler-elliptisch, mit zahlreichen hellen Punkten oder nahezu ohne solche. Nervatur relativ weniger dicht durchscheinend-netzig (Fig. 9 *a*).

Blütenstand meist lockerer verzweigt, aus dekussiert stehenden, einfachen oder zusammengesetzten Cymen bestehend.

Blüten meist größer als bei subsp. *typicum* m. (25 bis 30 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel meist sehr breit, stumpf oder mehr spitz, mit meist stark buchtig-gezähnter Spitze, mit bald nur hellen, bald hellen und dunklen, relativ größeren, doch stets punkt- und strichförmigen Drüsen versehen (Fig. 9 *b*, *c*).

[1] L. c., p. 36.

[2] Weiteres siehe unten p. 568.

Kronblätter am Rande (meist nur an einem) etwas gekerbt und mit schwarzen Randpunkten versehen. Drüsen auf der Fläche bald nur hell, bald hell und dunkel, relativ größer, in geringerer Zahl und vorwiegend langstrichförmig (Fig. 9 *d*).

Staubblätter zahlreich, zwei Drittel bis fast so lang als die Kronblätter.

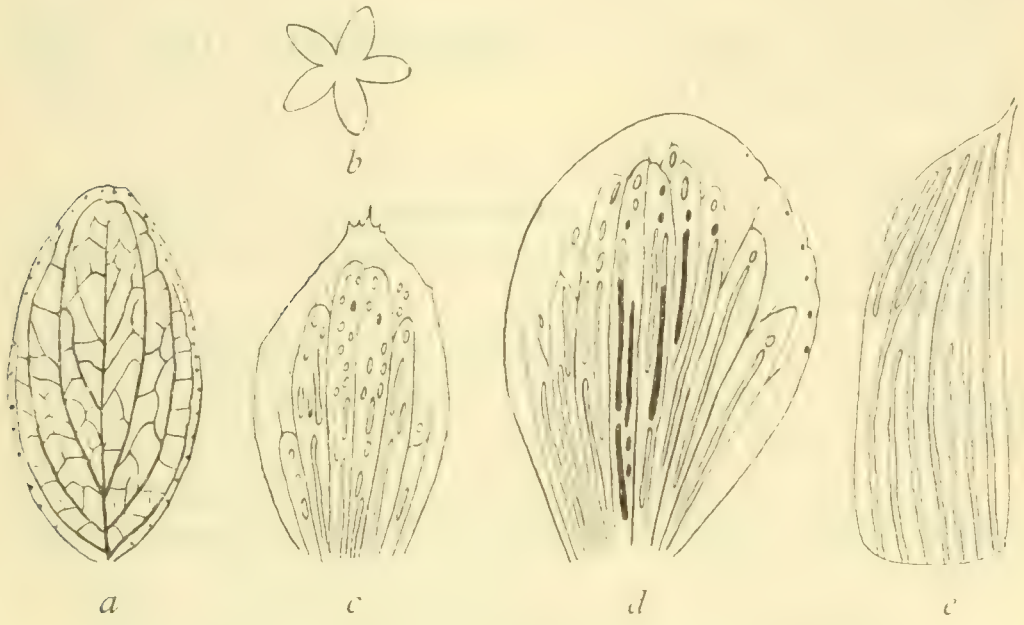


Fig. 9.

H. maculatum Cr. subsp. *erosum* m.

a) Blatt (Nervatur).
b) Kelch (natürl. Größe).
c) Kelchzipfel.
d) Kronblatt.
e) Fruchtwandung.

Griffel so lang bis doppelt so lang als der Fruchtknoten.

Perikarpdrüsen in relativ geringerer Zahl, relativ breiter und von mehr schwankender Länge als bei subsp. *typicum* m. (Fig. 9 *e*).

Samen relativ groß (zirka 1 bis 1·2 *mm* lang, 0·3 bis 0·4 *mm* breit), in relativ geringer Zahl (zirka 50 pro Fruchtfach im Maximum), von hell- bis dunkelbrauner Farbe.

Pollenkörner relativ groß (etwa wie bei *H. perforatum* L.).

Verbreitung: In der Tieflands- und unteren Bergregion von Mittel- und Westeuropa ziemlich verbreitet

(Österreich-Ungarn, Deutsches Reich, Schweiz, Frankreich, England).

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:

England: Appleton (Berk), Herb. Oxon (HUW); bei Love (Cornwall), Davey (HZ).

Belgien: Obourg, Thielens (HUW).

Frankreich: Meudon, Herb. Schoenefeld (HB); Meudon, Bonnet (HZ).

Schweiz: Am See bei Brestenberg, Meier (HZ); Walenstadtberg, Schinz (HZ).

Deutsches Reich:

Elsaß-Lothringen: Weißenburg, Spindler (HZ).

Baden: Wiesengräben um Holzhausen bei Denzlingen, Thellung (HTh).

Württemberg: Am Abhang des Gersenberges gegen Botmang bei Stuttgart, Mertens (HB); Donstätten, Schwäbische Alp, Kemmler (HZ, HUG).

Bayern: Nymphenburg, Hofmann (HBG); Loser, Hofmann (HBG); Damm an der Rottach, Hofmann (HBG); Eurasburg an der Loisach, Schwarz (HBG).

Hannover: Leineholz bei Nörten, Nöldecke (HZ).

Bremen: Wesermarsch bei Eissel, Buchenau (HZ).

Österreich-Ungarn:

Oberösterreich: Aistersheim, Keck (HK).

Steiermark:[1] Petersberge bei St. Peter bei Graz; Grambach; Authal (zirka 400 *m*); Lassnitzhöhe (zirka 500 *m*); bei Präbach (zirka 450 *m*); um Gleisdorf (zirka 365 *m*); Ragnitzgebiet; Ries (zirka 500 *m*); Stiftingtal; feuchte Wiesen bei Maria-Trost; Fölling, nördlich Maria Trost; bei Nieder-Schöckl (zirka 500 *m*); Annagraben bei Ober- und Unter-Andritz; oberhalb St. Veit (zirka 500 *m*); Andritzgraben, bei Stattegg (zirka 450 *m*); bei Peggau; Stübinggraben (zirka 430 *m*); zwischen Gratwein und Stübing; Walchergraben (bis zirka 700 *m*); Mühlbachgraben (bis zirka 700 *m*); bei Gratwein (zirka 400 *m*); Waldränder und Wiesen bei Raach (zirka 350 *m*); bei Eggen-

[1] Umgebung von Graz, l. i.

berg (zirka 550 *m*); Doblbad, Wiesen (zirka 350 *m*); Teiche bei Wundschuh (zirka 330 *m*).[1]

Westungarn (Eisenburger Komitat): Czák bei Güns, buschige Orte, Waisbecker (HZ); Tössz Sz. György (coth. Castriferr.), Borbás (HUW).

Die Merkmale der subsp. *erosum* m. schwanken in ziemlich weiten Grenzen. Zunächst zeigt sich auch hier eine Variation der Nebenleisten. Während diese bei typischen Formen ebenso scharf ausgeprägt sind wie bei der subsp. *typicum* m., können sie in anderen Fällen auch schwächer hervortreten oder selbst vollständig fehlen.

Die Weite des transluziden Nervennetzes kann ebenfalls recht große Schwankungen zeigen, insofern als manche Formen darin der subsp. *typicum* m. recht nahe kommen können. In anderen Fällen nähert sich wieder das Gepräge der Nervatur mehr dem *H. perforatum* L.

Auch die Dichte der hellen Punktierung schwankt sehr. Es läßt sich auch hier wie bei der subsp. *typicum* m. eine punktierte und nicht punktierte Form unterscheiden. Diese beiden Formen treten auch hier streckenweise selbständig in größeren Trupps auf.

Doch finden sich auch reichlich Übergänge in allen Abstufungen der Punktierung, welche gewiß auch hier teils auf spontane Variation, teils auf Kreuzung zurückzuführen sind.

Die beiden genannten Formen fasse ich mit Schinz[2] wie bei der subsp. *typicum* m. als Varietäten auf. Ich möchte sie mit Tourlet[3] als var. *imperforatum*, beziehungsweise *perforatum* Tourlet bezeichnen. Beide Formen schwanken in bezug auf die Ausprägung der Nebenleisten und der Nervatur.

Der Blütenstand zeigt bald das Gepräge von subsp. *typicum* m., bald jedoch stärkere Tendenz zur Ausbildung

[1] Murmann (l. c., p. 184) gibt das »*H. quadrangulum* L.« für die Umgebung von Graz an. Er sagt: »Ackerränder, auf Waldwiesen, in Weingärten, Eggenberg, St. Martin, St. Peter.« Allem Anschein nach handelt es sich hier um »*erosum*«-Formen.

[2] L. c., II, p. 240.

[3] L. c., p. 307.

mehrblütiger Schraubeln. Dies fand ich nicht selten so bei der var. *perforatum* Tourlet.

Die Kelchzipfel sind bei typischen Formen relativ sehr breit, fast rundlich-elliptisch, ebenso wie bei der subsp. *typicum* m. und von ziemlich gleicher Gestalt und Größe (an derselben Blüte), ferner auch stumpf und relativ stark buchtig gezähnt (an der Spitze). Solche Formen kamen auch in der Dichte des transluziden Nervennetzes der subsp. *typicum* m. näher und stimmten auch in der Stärke der Nebenleisten mit derselben überein. Ich möchte diese typische *crosum*-Form mit breiten Kelchzipfeln als f. *latisepalum* m. bezeichnen.

Häufig waren derartige Formen auch nicht oder nur schwach hell-punktiert, was mit der Dichte der Nervatur in Beziehung stehen könnte; denn bei der punktierten Form (var. *perforatum* Tourlet) war meist auch die Nervatur relativ locker durchscheinend-netzig ausgebildet, analog wie bei der entsprechenden Form (var. *punctatum* Schinz) von subsp. *typicum* m.

In anderen Fällen waren die Kelchzipfel relativ schmäler oder auch an derselben Blüte teils stumpf, teils mehr spitz.

Was die Kronblätter anlangt, so ließen sich auch hier, analog wie bei der subsp. *typicum* m., Formen mit hellen und solche mit dunklen Drüsen unterscheiden.

Doch ist diese Unterscheidung nicht streng zu nehmen; denn es finden sich auch bei den »hellen« Formen meist noch einzelne dunkle Striche; ferner gibt es da auch alle Übergänge.

Auffallend war es, daß bei der f. *latisepalum* m. häufig an den Kronblättern fast nur helle Drüsen auftraten; dasselbe gilt auch für die Kelchzipfel dieser Form. Im ganzen zeigte dann die f. *latisepalum* m. in typischen Fällen breite, gezähnte Kelchzipfel, scharfe Nebenleisten, relativ dicht netzige Nervatur, fast mangelnde Punktierung der Blätter, endlich helle Drüsen an den Kelchzipfeln und Kronblättern.

Allein auch Formen mit schwächeren Nebenleisten, mit mehr locker netziger Nervatur und relativ schmäleren Kelchzipfeln konnten Kronblätter oder Kelchzipfel mit nur hellen Drüsen aufweisen.

Ich möchte die helle und die dunkle Form als f. *lucidum*, beziehungsweise f. *nigrum* m. bezeichnen. Im letzteren Falle

sind die Kelchzipfel und Kronblätter stärker dunkel punktiert-gestrichelt. Solche Formen konnten ebenfalls »latisepal« oder mit schmäleren Kelchzipfeln versehen sein.

Nun können sich aber auch Annäherungen an die subsp. *typicum* m. ergeben, und zwar dadurch, daß das numerische Verhältnis der punkt- zu den strichförmigen Drüsen zugunsten der ersteren schwanken kann.

Ebenso können bei den Kelchzipfeln die Drüsen manchmal auch nur punktförmig ausgebildet sein oder es kann die Zähnelung der Kelchzipfel auch nur schwach hervortreten.

Ferner fehlen in manchen Fällen die schwarzen Punkte und Kerben am Rande der Kronblätter. Im ganzen kommen dann Formen mit scharf ausgeprägten Nebenleisten, stärker netziger Nervatur, mit breiten, schwach gezähnten und bloß punktierten Kelchzipfeln, relativ kleineren, vorwiegend hell- oder dunkel-punktierten Kronblättern der subsp. *typicum* m. recht nahe.

Allein es kommen nur selten sämtliche dieser Merkmale gleichzeitig in Kombination vor, meist sind es nur wenige derselben.

Nun wurde früher bei der subsp. *typicum* m. schon erwähnt, daß diese umgekehrt in dem Variieren des transluziden Nervennetzes, in dem gelegentlichen Vorkommen stärker buchtig-gezähnter Kelchzipfel, in der nicht selten stärkeren Betonung dunkler und heller strichförmiger Drüsen an den Kronblättern oder in dem Auftreten von dunklen Randpunkten ebenso viele Annäherungen an die subsp. *erosum* m. zeigen kann.

Ferner folgt aus den Standortsangaben dieser beiden Subspezies, daß die subsp. *typicum* m. eine Form der höheren Gebirgsregion, die subsp. *erosum* m. jedoch eine Form der Täler ist.

Welche Konsequenzen sich daraus für die phylogenetische Beurteilung dieser beiden Formen ergeben, möchte ich jedoch erst im phylogenetischen Teil erörtern.[1]

---

[1] Siehe p. 569.

Bezüglich der Literatur[1] möchte ich noch einiges bemerken. Das *H. maculatum* subsp. *erosum* m. wurde früher von dem *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. nicht einmal auseinandergehalten. Es ging wohl meist unter dem Namen *H. quadrangulum* L. oder *H. dubium* Leers.

Bonnet[2] stellte die hierher gehörigen Formen als var. β *imperforatum* Bonnet zu *H. Desetangsii* Lamotte.

Doch mit Recht hat Schinz diese Form von *H. Desetangsii* Lamotte abgetrennt und als var.,[3] beziehungsweise subsp.[4] *erosum* Schinz zu »*H. quadrangulum* L.« gestellt. Denn die Beziehungen zwischen *H. Desetangsii* Lamotte var. *imperforatum* Bonnet und *H. maculatum* subsp. *typicum* m. sind so eng, daß beide nur als Subspezies einer und derselben Art aufgefaßt werden können. Doch auch Tourlet[5] hat wenig später als Schinz[6] und unabhängig von demselben dasselbe Verhältnis zwischen den beiden in Rede stehenden Formen richtig erkannt, indem er das *H. Desetangsii* Lamotte var. *imperforatum* Bonnet als subsp. *obtusiusculum* Tourlet zu *H. quadrangulum* L. stellte.

In der weiteren Einteilung der subsp. *erosum* m. (beziehungsweise subsp. *obtusiusculum* Tourlet) schließe ich mich ebenfalls Schinz (beziehungsweise Tourlet) an und bezeichne die punktierte und nicht punktierte Form aus nomenklatorischen Gründen als var. *perforatum* Tourlet, beziehungsweise *imperforatum* Tourlet.[7]

Noch ist zu erwähnen, daß die subsp. *erosum* m. nicht selten als *H. commutatum* Nolte bezeichnet wurde. So stellte vor kurzem Waisbecker[8] ein *H. commutatum* Nolte var. *pseudoquadrangulum* als nov. var. auf. Nach der kurzen Beschreibung handelt es sich vielleicht um »*erosum*«-Formen,

---

[1] Soweit sie mir zugänglich war.
[2] L. c., p. 277.
[3] L. c., I.
[4] L. c., II.
[5] L. c.
[6] L. c., I.
[7] Wie schon erwähnt, p. 49.
[8] L. c., p. 108.

doch kommen hier auch Bastarde des *H. maculatum* Cr. subsp. *erosum* m. mit *H. perforatum* L. in Betracht.[1]

Auch das *H. umbellatum* Mielichhofer,[2] welches nach der Beschreibung von Wohlfahrt[3] einen vierkantigen Stengel und eiförmige, zugespitzte Kelchzipfel haben soll, läßt sich nicht mit voller Sicherheit deuten.

H. maculatum Cr. × H. perforatum L.

Synonyme: *H. intermedium* Bellynck, Fl. namur., p. 31 (1855); *H. Desetangsii* Lamotte, in Bull. soc. bot. Fr., t. 21, p. 121 (1874); *H. Desetangsii* Lamotte *α genuinum* Bonnet, in Bull. soc. bot. Fr., t. 25, p. 277 (1878); Burnat, fl. alp. marit., vol. II, p. 27 (1896); Schinz, Bull. herb. Boiss., 2. sér., Nr. 1, p. 21 (Dezember 1902); Schinz, Viert. nat. Ges. Zür., Bd. 49 (p. 239 bis 241), (1904); *H. acutum* Mnch., subsp. I, *H. Desetangsii* Lamotte *α genuinum* (Bonnet) Rouy et Foucaud, Fl. Fr., t. 3, p. 336 (1896); *H. quadrangulum* L. × *H. perforatum* (L.) aut. nonnull.; *H. quadrangulum* subsp. *Desetangsii* (Lamotte) Tourlet, in Bull. soc. bot. Fr., t. 50, p. 307 (Mai 1903).

a) **H. maculatum** subsp. **typicum** m. × **perforatum** L.

Im Habitus dem *H. perforatum* L. sehr ähnlich.

Stengel mit schwach ausgeprägten, nahezu fehlenden Nebenleisten, nach oben hin meist ziemlich stark schwarz punktiert.

Blätter meist auffallend dunkelgrün, eiförmig, mit oder ohne helle Punkte, relativ schwach durchscheinend-netzig (Fig. 10 *a*).

Blütenstand ähnlich wie bei *H. perforatum* L., doch mehr armblütig und mit geringerer Schraubeltendenz.

Blüten groß (25 bis 35 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel hell und dunkel punktiert-gestrichelt, von schwankender Breite, zugespitzt, mit gezähnter Spitze (Fig. 10 *b, c, d*).

Kronblätter entweder nur hell-, oder hell und dunkel gestrichelt-punktiert, am Rande (meist nur an einem) etwas

---

[1] Originalexemplare lagen mir nicht vor; doch kommt die subsp. *erosum* m. sicher auch bei Güns vor.

[2] Aus dem Herb. Mus. Salzb. (Exemplare verschollen!)

[3] In Koch, l. c., IV, p. 429.

gekerbt oder auch nicht, mit oder ohne schwarze Randpunkte (Fig. 10 *e*).

Staubblätter zahlreich, zwei Drittel bis fast so lang als die Kronblätter.

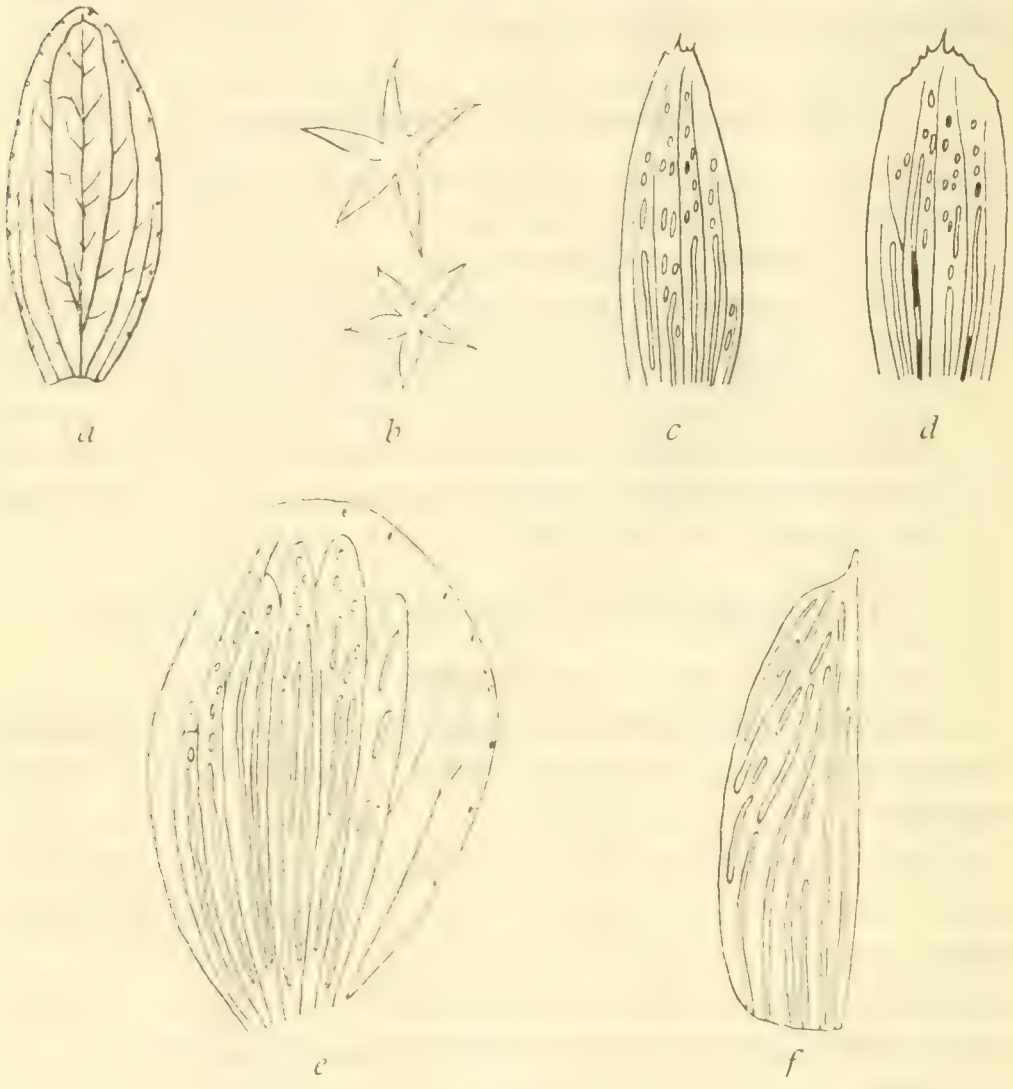


Fig. 10.

H. maculatum Cr. subsp. *typicum* m. × *perforatum* L.

a) Blatt (Nervatur).
b) Kelch (nat. Größe).
c) Kelchzipfel.
d) Kelchzipfel.
e) Kronblatt.
f) Fruchtwandung.

Fruchtknoten breit-eiförmig wie bei den Stammeltern. Griffel so lang bis doppelt so lang als der Fruchtknoten. Frucht breit-eiförmig (zirka 10 *mm* lang, *LD*: *QD* zirka 1·5).

Perikarpdrüsen ziemlich zahlreich, relativ breit und von verschiedener Länge (Fig. 10 *f*).

Samen relativ groß (1 bis 1·5 *mm* lang, 0·3 bis 0·45 *mm* breit).

Pollenkörner relativ groß (wie bei *H. perforatum* L.).

b) **H. maculatum** Cr. subsp. **erosum** (Schinz) m. × **H. perforatum** L., nov. hybr.

Im Habitus dem *H. perforatum* L. sehr ähnlich.

Stengel meist dünner als bei *a)* und weniger stark dunkel punktiert. Nebenleisten meist sehr schwach ausgeprägt.

Blätter eiförmig bis elliptisch, mehr hellgrün, nur an den Längsnerven und kurzen Ausstrahlungen derselben noch durchscheinend.

Blütenstand öfter mit mehrgliedrigen Schraubeln.

Blüten groß (25 bis 35 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel von schwankender Breite, zugespitzt oder mehr stumpf und buchtig-gezähnt.

Aus der Beschreibung folgt, daß die Unterschiede zwischen den beiden Bastarden nur relativ gering sind. Die angegebenen Merkmale sind nur bis zu einem gewissen Grade orientierend. Zudem variieren sie noch bei beiden Formen in ziemlich weitem Spielraum.

Am sichersten läßt sich eine Sonderung der beiden Formen noch auf Grund der Standortsverhältnisse und namentlich der Höhenlage durchführen.

So läßt sich der *typicum*-Bastard mit Sicherheit nur in der höheren Region feststellen, da hier die subsp. *typicum* m. ohne die subsp. *erosum* m. vorkommt; hingegen ist es kaum möglich, die beiden Formen in der Zwischenzone noch mit Sicherheit zu trennen; erst in der tieferen Region, wo die subsp. *erosum* m. vorherrschend auftritt, sind die analogen Formen als die entsprechenden *erosum*-Bastarde aufzufassen. Allerdings könnte immerhin selbst ein Teil der Bastarde der tieferen Region von *typicum*-Bastarden der höheren Region abstammen.[1]

[1] Durch Einwanderung.

Aus den genannten Gründen konnte ich auch an dem Herbarmaterial ohne Kenntnis der Standortsverhältnisse diese Sonderung meist nicht strikte durchführen.

Verbreitung: In dem Verbreitungsgebiet der beiden Stammeltern in Mittel- und Westeuropa nicht selten. In vertikaler Richtung bis zirka 1300 *m*[1] (= *typicum*-Bastard).

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:

Spanien: Bochero au Puerto del Pico (Bourgeau, Pl. d'Espagne, 1863, HZ).

Frankreich: Paris, leg.? (HB); Villers Cotterets (Aisne), Bonnet (Soc. dauph., Nr. 2409, HZ); Villechétif (Aube), marais, Guyot, Grand (HUG, HUW, HZ, HF); Broussailles (Sussat, Allier) le long de la Veauce, Méribaud (HZ); Hébuterne (Pas de Calais), Bécourt (HZ).

England: Camborne, Schinz (HZ).

Schweiz: Sarnen, Amstadt (HZ); Walenstadtberg, Schinz (HZ); zwischen Einsiedeln und der Teufelsbrücke, Schinz (HZ); zwischen Roblosen und Langmatt bei Einsiedeln, Thellung (HZ); Einsiedeln, Roblosen (900 *m*), Thellung (HTh); Einsiedeln, Schachen (880 *m*), Thellung (HTh); Untersee, Seerieder, Baumann (HZ); Yberg, auf einer Sumpfwiese, Schinz (HZ); Kapf Wattwil, Hagmann (HZ); Sion, Wolf (HZ); Oberterzen, südlich vom Walensee, Schinz (HZ).[2]

Deutsches Reich:

Baden: Günterstal bei Freiburg, Thellung (HZ); Rand des Mooswaldes hinter den Scheibenständen am Exerzierplatz, Thellung (HZ, HTh); Freiburg, Gräben beim Rebhaus, Thellung (HZ); Ravennaschlucht hinter Höllsteig im Höllental, Schwarzwald, Thellung (HZ, HTh); Hinterzarten, Erlenbruch (zirka 950 *m*), Thellung (HTh); zwischen Hinterzarten und dem Titisee (zirka 900 *m*), Thellung (HTh, HZ); Sumpfwiesen am Westufer des Titisees, Thellung (HTh, HZ); zwischen Reuthe und Wasser bei Denzlingen, Straßengräben im Wald, Thellung (HTh); zwischen Buchheim und Holz-

[1] Soweit meine Beobachtungen reichen.

[2] Außerdem lagen mir noch aus der Umgebung von Zürich und Winterthur zahlreiche Exemplare vor.

hausen bei Denzlingen, Thellung (HZ); zwischen Köndringen (bei Emmendingen) und der Schweinsweide an Straßengräben, Thellung (HTh).

Württemberg: Zwischen Boll und Gruibingen bei Göppingen (zirka 600 *m*), Thellung (HZ, HTh); Hörnle südlich Bad Boll bei Göppingen (Schwäbische Alp), Kemmler (HZ, HUG).

Bayern: Hecken in der Ortschaft Deckersberg (Juraplateau bei Hersbruck), Schwarz (HBG); Bernau, Waldrand am Förchensee, Paul (HBG); Augsburg, Hardtwald bei Mering, Holler (HBG); Bertholdsheim, leg.? (HZ).

Österreich-Ungarn:

Oberösterreich: Nasse Waldstellen bei Gröben bei Wildshut, Vierhapper (HUW); Ischl, Stohl (HUW); Ebenzweier, Stohl (HUW).

Niederösterreich: Semmering, Kerner (HUW).

Tirol: In silvis frondosis ad Oenipontem, Tuifeletal, Kerner (HK).

Salzburg: Josefsau, K. Fritsch (HF); Loiger Aichet, K. Fritsch (HF); Thalgau, K. Fritsch (HF); Großgmain, am Weg zur Burg Plain nicht selten, K. Fritsch (HF); Kasern, K. Fritsch (HF).

Kärnten: Bleiröhrenfabrik bei St. Martin bei Villach, Dick (in herb. meo).

Steiermark:

a) H. maculatum Cr. subsp. *erosum* m. × *perforatum* L.: Ligist, Pittoni (HK);[1] Wiesen bei Doblbad (350 *m*); Kasten (zirka 320 *m*); Teiche bei Wundschuh (zirka 330 *m*); Wald zwischen Steindorf und Weitendorf bei Wildon (zirka 320 *m*); Auen von Puntigam (zirka 340 *m*); bei Präbach, westlich Gleisdorf; Ragnitzgebiet (zirka 420 *m*); Stiftingtal (zirka 420 *m*); bei Maria Trost, Fölling (zirka 450 *m*); Wiesen bei Nieder-Schöckl (zirka 450 *m*); zwischen Andritz und Stattegg (zirka 400 *m*); bei Raach an Waldrändern (zirka 360 *m*).

b) H. maculatum Cr. subsp. *typicum* m. × *perforatum* L.: Schöckelgebiet (bis 1300 *m*); Wiesen und Holzschläge auf der H. Rannach (1004 *m*); Taschen (815 *m*); Stübinggraben (zirka

[1] Die folgenden Standorte l. i.

430 *m*); Walchergraben, Mühlbachgraben; Holzschläge auf dem Mühlbacherkogel (1050 *m*); Walz- und Pleschkogel; Hochlantschgebiet (bis 1300 *m*).

Meine Auffassung der verschiedenen Formen als Bastarde der genannten Art ergab sich:

1. aus ihrem zwischen *H. maculatum* Cr. und *H. perforatum* L. intermediären Verhalten;

2. aus ihrem Zusammenvorkommen mit den beiden Stammeltern nebst verschiedenen goneoklinischen Übergangsformen auf weiten Wiesenflächen in der unteren Bergregion und Ebene;

3. aus dem reichlichen Insektenbesuch, welchen ich an den Standorten zur Zeit des intensivsten Blühens der Formen beobachten konnte.[1] Verschiedene Apiden besuchen die beiden Stammeltern und die Bastarde des Pollens wegen. Durch diesen Insektenbesuch ist reichlich Gelegenheit zur Kreuzung der an den Standorten oft massenhaft zusammen vorkommenden beiden Stammeltern geboten. Dadurch ist es weiter auch begreiflich, daß alle möglichen Zwischenformen zwischen den Stammeltern auftreten.[2]

Im einzelnen ist die Formenmannigfaltigkeit bei den Bastarden eine recht große.

Wenn wir vorerst die *erosum*-Bastarde ins Auge fassen, so finden wir da einmal Formen mit sehr schwach entwickelten Nebenleisten, hellgrün getönten Blättern, mit schwach durchscheinend-netziger Nervatur und relativ schmalen und spitzen Kelchzipfeln, hell und dunkel punktiert-gestrichelten Kronblättern, Formen, welche in der Diagnose als Prototyp aufgestellt wurden.

Sie traten meist nur mit schwach punktierten Blättern auf.

Häufiger fand sich noch eine etwas modifizierte Form,[3] welche bei sonst gleichem Gepräge nur durch relativ breitere, mehr stumpfe und stärker buchtig-gezähnte Kelchzipfel von der eben genannten Form abwich, sonst aber

[1] Dies war bei Graz gegen Ende Juli der Fall.

[2] Die Punkte 2 und 3 gelten in erster Linie nur für die Umgebung von Graz.

[3] Ebenfalls in der Umgebung von Graz.

wie diese noch dem *H. perforatum* L. sehr ähnlich war. Diese Form war an den Blättern meist nur sehr schwach punktiert. Sie fand sich massenhaft auf Wiesen der tieferen Region mit *H. maculatum* subsp. *erosum* m. und *H. perforatum* L. Die breiteren, mehr stumpfen Kelchzipfel dieser Form waren jedenfalls auf das Dominieren des entsprechenden »*erosum*«-Merkmals zurückzuführen.

Außer den genannten Formen fanden sich an denselben Standorten ebenfalls reichlich noch ausgesprochene Übergangsformen zu *H. maculatum* subsp. *erosum* m.

Es waren dies Formen mit in allen möglichen Graden ausgeprägten Nebenleisten, mit relativ stärker netziger Nervatur, mit breiten, buchtig-gezähnten Kelchzipfeln und punktiert-gestrichelten Kronenblättern mit oder ohne schwarze Randpunkte.[1] Sie führten nahezu kontinuierlich mit den erwähnten beiden Formen von *H. perforatum* L. zu *H. maculatum* subsp. *erosum* m. hinüber.

Nun fanden sich in der höheren Region auf Standorten des *H. maculatum* subsp. *typicum* m. Formen von etwas abweichendem Habitus, solche, die oben als Prototyp des *typicum*-Bastardes behandelt wurden. Es waren dies Formen, welche auf den Holzschlägen der höheren Region massenhaft neben dem *H. maculatum* subsp. *typicum* m. und *H. perforatum* L. auftraten, ebenso wie die »*erosum*«-Bastarde tiefer unten. Sie hatten an günstigen Standorten einen sehr üppigen Wuchs und fielen durch das dunkelgrüne Gepräge der sonst eiförmigen Blätter auch dem *H. perforatum* L. gegenüber auf. Die Nervatur schwankte in relativ weiten Grenzen, indem sie bald nur dem Verhalten der *erosum*-Bastarde entsprach, bald jedoch noch stärker durchscheinend-netzig war. Die Nebenleisten waren meist nur schwach angedeutet. Die Breite der Kelchzipfel schwankte in recht weiten Grenzen, ebenso auch die Zuspitzung und Zähnelung derselben, geradeso wie bei den »*erosum*«-Bastarden. Helle Punkte waren an den Laubblättern meist nur spärlich, in manchen Fällen jedoch

[1] Ferner waren in diesen Fällen die Laubblätter meist stärker hellpunktiert als in den erwähnten Fällen.

auch reichlich vorhanden. Es läßt sich daher auch hier eine Scheidung der Formen in eine punktierte und nicht punktierte Form durchführen (f. *punctatum* m., beziehungsweise f. *epunctatum* m.).[1]

An den gleichen Lokalitäten fanden sich aber auch noch verschiedene Zwischenformen zu *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. Es waren dies Formen mit stärker ausgeprägten Nebenleisten, stärker netziger Nervatur, mit breiteren Kelchzipfeln, relativ stärker dunkel-punktierten Kronenblättern ohne schwarze Randpunkte, mit meist nur wenig punktierten Blättern und relativ großen Blüten. Doch traten solche Formen auch mit kaum merklichen Nebenleisten und schwach netziger Nervatur auf.

Manche Formen kamen dem *H. maculatum* subsp. *typicum* m. besonders nahe. So beobachtete ich an einem Standort auch Exemplare, welche im Habitus, in der Schärfe der Nebenleisten, in der Form der Blätter, ihrer Größe im Vergleich zu den Internodien, in der Dichte der Nervatur, in dem Mangel der Randpunkte an den Kronenblättern dem *H. maculatum* subsp. *typicum* m. täuschend nahe kamen, in der geringeren Breite der Kelchzipfel, ihrer größeren Zuspitzung, in der dunklergelben Färbung der Kronblätter, ihrer starken Strichelung und bedeutenderen Größe den letzterwähnten Bastardformen noch gleichkamen.

Endlich möchte ich erwähnen, daß ich an einem Standorte auch eine der eben genannten entsprechende, doch abnorme Form fand, nämlich eine Form mit drei- statt nur zweigliedrigen Blattquirlen und dementsprechend drei statt nur zwei Haupt-, beziehungsweise Nebenleisten.

Unter dem Herbarmaterial fanden sich ganz ähnliche Formen, wie die von mir in Steiermark beobachteten, Formen mit schwach- und solche mit dicht hell-punktierten Blättern, ferner auch solche mit hell- und dunkel- oder bloß hell-punktiert-gestrichelten Kronblättern, mit stärkerer oder schwächerer Ausbildung der Nebenleisten, der Nervatur etc.

[1] Dasselbe gilt auch für die »*erosum*«-Bastarde. Auch fanden sich hinsichtlich der Punktierung alle möglichen Abstufungen.

Viele dieser Formen waren unter einem anderen Namen bezeichnet, und zwar meist als *H. Desetangsii* Lamotte oder *H. Desetangsii* Lamotte *α genuinum* Bonnet.[1]

Wie schon öfter betont, traten die in Rede stehenden Bastarde auf den von ihnen besiedelten Terrains massenhaft auf.[2] Dieses reichliche Auftreten erklärt sich:

1. Aus der so reichlichen Gelegenheit zur Kreuzung der beiden Stammformen wegen ihres häufigen Zusammenvorkommens und des starken Insektenbesuches.

2. Aus der Üppigkeit des Wachstums und der reichlichen Stolonenbildung. (Daher treten die Formen auch in größeren Trupps auf.)

3. Aus der relativ guten Beschaffenheit, beziehungsweise Fertilität des Pollens und der Samen.

Die Pollenuntersuchung[3] ergab für die Bastarde einen relativ guten Pollen; es waren meist nur zirka 20 bis 40% sterilen Pollens zu beobachten.[4] Bei goneoklinischen »*erosum*«-Bastarden war nicht selten selbst der geringe Betrag von 5 bis 20% zu beobachten. Ziemlich auffallend war es daher, daß sich bei der subsp. *erosum* m. meist auch nicht besserer Pollen ergab als hier; die Zahlen schwankten im ganzen zwischen zirka 5 bis 60%.

Eine Verwechslung dieser Formen mit den genannten Bastarden oder goneoklinischen Formen derselben kam jedoch aus verschiedenen Gründen nicht in Betracht. Es zeigte sich nämlich, daß auch bei *H. maculatum* subsp. *typicum* m. der Pollen häufig nicht ganz fertil war. So fand ich hier nicht selten 5 bis 20% sterilen Pollens; in nicht wenigen Fällen waren selbst noch höhere Werte zu beobachten (im Maximum zirka 60%).

Doch auch bei *H. perforatum* L. fand ich nicht selten 5 bis 10% sterilen Pollens und mehr.[5]

[1] Darüber noch weiter unten, p. 566.

[2] Dies gilt wenigstens für die Umgebung von Graz.

[3] Diese wurde an zahlreichen Individuen ausgeführt.

[4] An fremdem Material konnte ich nur in wenigen Fällen eine Untersuchung des Pollens vornehmen; doch war der Pollen auch in diesen Fällen relativ gut (zirka 30%).

[5] Wie z. B. p. 527 angegeben bei f. *dentatum* m.

Es läßt sich daher die Pollenbeschaffenheit nicht leicht als Beweis für die Bastardnatur der subsp. *erosum* m. deuten; andrerseits ist aber auch die relativ gute Beschaffenheit des Pollens bei den genannten Bastardformen kein Beweis gegen die Bastardnatur derselben.[1]

Was die Beschaffenheit der Samen anlangt, so ist diese bei dem Bastard *H. maculatum* Cr. × *H. perforatum* L. ebenfalls normal; ich konnte nicht selten 30, 40 und mehr (im Maximum selbst 80) Samen pro Fruchtfach zählen.

Aus diesen drei Punkten folgt, daß es sich bei den in Rede stehenden Bastardformen um keine ephemeren Typen handelt und auch nicht handeln kann; denn infolge ihres starken Ausbreitungsvermögens sind sie auch befähigt, den Kampf ums Dasein mit ihren Stammeltern erfolgreich aufzunehmen. Es entstehen dadurch neben den intermediären Formen auch verschiedene goneoklinische Formen und abgeleitete Bastarde, wie sie im früheren bereits beschrieben wurden. Die Entstehung dieser Bastardformen mag auch zum Teil weit zurückreichen; denn es ist begreiflich, daß zu allen Zeiten, solange das *H. maculatum* Cr. und das *H. perforatum* L. existieren oder miteinander in Berührung treten konnten,[2] Bastarde entstehen konnten, so daß die zahlreichen Formen, welche heute weite Wiesenflächen in der unteren Bergregion bedecken, wohl längst bereits zum festen Besitzstand unserer Flora gehören mögen. Doch geht der Prozeß der Bastardbildung aus den oben erwähnten Gründen auch heute noch vor sich.

Noch möchte ich bezüglich der Literatur einiges erwähnen. Das *H. Desetangsii* Lamotte (beziehungsweise *H. Desetangsii* Lamotte *α genuinum* Bonnet) entspricht unserem Bastard *H. maculatum* Cr. × *H. perforatum* L. Dies ergibt sich teils aus den Beschreibungen Lamotte's und Bonnet's, teils aus den mir vorgelegenen Originalexemplaren dieser Autoren. Nach Lamotte's Beschreibung besitzt das *H. Desetangsii*

[1] Weitere Kriterien gegen die Bastardnatur des *H. maculatum* subsp. *erosum* m. im phylogenetischen Teil (p. 570).

[2] Was unter 1300 *m* wohl allgemein der Fall ist (wenigstens in den Alpen).

Lamotte im wesentlichen einen schwach vierkantigen Stengel, locker durchscheinend-netzige Nervatur, schmale und spitze Kelchzipfel. Bonnet's Beschreibung ist wesentlich kürzer, entspricht aber diesem Bilde vollkommen.

Doch haben weder Lamotte noch Bonnet diese Formen als Bastarde aufgefaßt, ja diese Möglichkeit nicht einmal diskutiert, sondern nur die Möglichkeit bestritten, daß es sich hier um ein »*H. quadrangulum* L.«[1] oder *H. perforatum* L. handeln könnte. Auch Tourlet[2] rechnet nicht mit dieser Möglichkeit, sondern er hält das *H. Desetangsii* Lamotte für eine nicht hybride Zwischenform zwischen seinem *H. quadrangulum* subsp. *obtusiusculum* Tourlet (= subsp. *erosum* Schinz) und *H. acutum* Mnch., welche dem ersteren näher stehe. Dies bestreitet jedoch Schinz,[3] welcher das *H. Desetangsii* Lamotte α *genuinum* Bonnet für mehr mit dem *H. perforatum* L. verwandt hält als mit dem »*H. quadrangulum* L.« (sensu str.). Damit charakterisiert er aber tatsächlich die nähere Verwandtschaft des *H. Desetangsii* Lamotte α *genuinum* Bonnet mit dem *H. perforatum* L.; allein auch er hält diese Form nicht für einen Bastard der genannten Art, sondern für eine nicht hybride Zwischenform. Er leugnet die Bastardnatur dieser Form deshalb, weil das *H. Desetangsii* Lamotte α *genuinum* Bonnet in der Höhenregion des »*H. quadrangulum* L.« angeblich nicht vorkomme.[4] Doch ist dies nach dem früher Gesagten nicht der Fall. Denn es lagen mir auch aus der Schweiz von relativ hoch gelegenen Lokalitäten (zirka 900 *m*) solche »*H. Desetangsii* Lamotte α *genuinum*«-Formen nebst *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. vor. Diese Formen zeigten nun auch ihre Merkmale zwischen *H. perforatum* L. und *H. maculatum* Cr. graduell abgestuft, in ganz ähnlicher Weise, wie ich dies in der Umgebung von Graz recht häufig beobachten konnte.

---

[1] Lamotte wendet sich gegen Des Étangs, welcher diese Form als »f. remarquable« des *H. quadrangulum* L. auffaßte.

[2] L. c., p. 307.

[3] L. c., II, p. 241.

[4] L. c., I, p. 55.

Ferner ist zu betonen, daß dort, wo das *H. maculatum* subsp. *typicum* m. nicht in Betracht kommt (nämlich in der Ebene), doch wenigstens die subsp. *erosum* m. die Rolle des ersteren übernehmen kann und nach dem früher Gesagten nicht selten auch übernimmt.

Noch möchte ich kurz auf das *H. mixtum* Du Moulin[1] hinweisen, da dieses häufig mit dem *H. maculatum* Cr. × *perforatum* L. synonym zitiert wird.[2] Du Moulin charakterisiert diese Form[3] mit den Worten: »Caule ancipite ut in perforato, sepalis ellipticis obtusis ut in quadrangulo L.«

Aus dieser Beschreibung ist nicht mit Sicherheit zu ersehen, ob es sich hier um den genannten Bastard oder nur um eine Form der subsp. *erosum* m. handelt. Mir lag ein Exemplar aus Bertholdsheim vor,[4] welches dem Bastard *H. maculatum* Cr. × *H. perforatum* L. allerdings entspricht.

Phylogenetischer Zusammenhang der Formen des H. maculatum Cr. untereinander und mit dem H. perforatum L.

Es ist noch die Verwandtschaft der drei Subspezies des *H. maculatum* Cr. zu erörtern.

Was zunächst die subsp. *typicum* m. und subsp. *immaculatum* m. anlangt, so folgt aus dem oben[5] Gesagten, daß die letztere allem Anschein nach ein selbständiges Verbreitungsgebiet bewohnt. Die subsp. *typicum* m., welche auf den Gebirgen des mittleren und nördlichen Europas recht häufig vorkommt, scheint auf dem Balkan nur relativ selten aufzutreten. Doch lag mir immerhin auch aus den Gebieten des »*immaculatum* Murb.« zum Teil selbst reines »*typicum*« vor, so aus der Balkankette und aus Albanien.[6] Doch ändert dies an der

[1] L. c., p. 390.

[2] Z. B. Focke, l. c., p. 72.

[3] Aus Bertholdsheim, Bayern.

[4] Doch nicht von Du Moulin!

[5] Siehe p. 550.

[6] Ferner lag mir auch aus der Umgebung von Konstantinopel reines »*typicum*« vor. (Siehe auch im Standortsverzeichnis!) Auch gibt Halácsy, l. c., das »*typicum*« für Thessalien an (doch als selten).

Tatsache nichts, daß wenigstens auf weite Strecken hin in den nördlichen Gebieten des Balkans das »*immaculatum* Murb.» auch für sich allein vorkommt, mithin gegenüber dem *typicum* vikariierend auftritt. Es repräsentiert jedenfalls eine auf dem Balkan endemische Form der subsp. *typicum* m., welche sich durch Spezialisierung aus der letzteren entwickelt hat.

Die subsp. *erosum* m. ist nun ebenfalls eine Form, welche pflanzengeographisch von der subsp. *typicum* m. getrennt ist, insofern als sie auf die tiefere Region beschränkt ist, während die subsp. *typicum* m. der subalpinen und alpinen Region angehört. Dies ergibt sich ja deutlich aus dem Verzeichnis der Standorte. Es handelt sich hier demnach um ein Vikariieren dieser beiden Formen.

Nach dem mir vorgelegenen Material konnte ich dieses gegenseitige Verhalten der beiden Formen strikte für die folgenden Gebiete bestätigt finden: Frankreich, Süddeutschland, Schweiz, Österreich-Ungarn (Oberösterreich, Steiermark, westliches Ungarn). Die zahlreichen Lücken in der Verbreitung der subsp. *erosum* m. sind gewiß zum Teil nur scheinbare und bloß auf die relative Spärlichkeit des mir zurzeit vorgelegenen Materials zurückzuführen. Doch ändert dies nichts an der Tatsache, daß in den angegebenen Ländern die subsp. *typicum* m. die Höhenform, die subsp. *erosum* m. hingegen die Form der tieferen Region ist. Auch die Angaben der Autoren Bonnet[1] und Schinz[2] bestätigen nur diese Vorkommensverhältnisse der genannten Formen. Schinz sagt ausdrücklich, daß das »*erosum*« unmittelbar Vorläufer des *H. quadrangulum* L. sei.

Nun habe ich schon mehrfach betont, daß die beiden Subspezies die Tendenz zeigen, sich einander durch gegenseitige Variation zu nähern. So zeigt die subsp. *typicum* m. in ihrem Verbreitungsgebiete manche Abänderungen, welche sie der subsp. *erosum* m. nähern. Umgekehrt zeigt auch die subsp. *erosum* m. Annäherungen an die subsp. *typicum* m. Aus

[1] L. c., p. 278.
[2] L. c., I, p. 19.

diesen Gründen ist die nahe Verwandtschaft dieser beiden Formen unabweislich.

Allein ich muß noch zu dem möglichen Einwand Stellung nehmen, daß es sich bei der subsp. *erosum* m. immerhin auch nur um einen Bastard *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. × *perforatum* L. handeln könnte; dies könnte nach dem Früheren aus dem relativ schlechten Pollen gefolgert werden. Doch wurde schon angegeben, daß der Pollen bei den Stammeltern auch nicht vollständig fertil ist, sondern daß hier recht erhebliche Unterschiede vorkommen, so daß dieses Kriterium dadurch sehr an Stringenz verliert.

Nun weisen aber auch die Unterscheidungsmerkmale der subsp. *erosum* m. gegenüber der subsp. *typicum* m. scheinbar auf das *H. perforatum* L. hin. Das relativ schwächer durchscheinende Nervennetz, die meist größeren Blüten mit punktiert-gestrichelten Kelch- und Kronblättern bedeuten allerdings Annäherungen an das *H. perforatum* L.

Doch ist zu betonen, daß ja die subsp. *typicum* m. selbst ebenfalls in diesen Merkmalen graduelle Unterschiede zeigt.

Ferner ist auch die Ähnlichkeit zwischen den beiden Subspezies wirklich eine recht frappante. Der Habitus, die scharf ausgeprägten Nebenleisten, die stets relativ dicht durchscheinend-netzige Nervatur, die elliptische Form der Blätter, die Breite und Stumpfheit der Kelchzipfel bilden nicht zu unterschätzende Punkte in der Übereinstimmung. Die Unterschiede erscheinen wegen ihrer Variabilität immerhin als ziemlich unbedeutend.[1]

Gegen die Bastardnatur spricht auch recht schwerwiegend der Umstand, daß die subsp. *erosum* m. in der Höhenregion der subsp. *typicum* m. nicht einmal vorkommt,[2] was ja in erster Linie der Fall sein müßte, wenn es sich hier um einen Bastard der erwähnten Art handeln würde. Die in dieser Region wirklich auftretenden Bastardformen[3] zeigen nach meinen Erfahrungen ein von der subsp. *erosum* m. ziemlich auffallend verschiedenes Gepräge. Ja, selbst goneoklinische

[1] Aber auch diese lassen sich ganz im Sinne dieser Auffassung erklären (siehe p. 571).

[2] Siehe die Standortsangaben p. 552.

[3] Ich konnte solche bis zirka 1300 *m* beobachten.

Formen (gegen subsp. *typicum* m. hin) zeigten in der Verteilung der Merkmale noch erhebliche Unterschiede gegenüber der subsp. *erosum* m.

Zu all dem kommt noch der Umstand, daß umgekehrt auch die subsp. *typicum* m. in der tieferen Region nicht vorkommt, höchstens selten, daß aber die subsp. *erosum* m. von zirka 900 *m* an abwärts reichlich in der Hügelregion auftritt.

Auf Grund dieser Tatsachen ist daher die subsp. *erosum* m. als vikariierende Form, als Talform der subsp. *typicum* m. aufzufassen.

Doch es lassen sich auch die Gründe für diese Verteilung der beiden Subspezies ziemlich leicht erkennen. Sie beruhen allem Anschein nach auf der Verschiedenheit der klimatischen und Standortsverhältnisse des Tales und der Höhenregion.

Die subsp. *erosum* m. ist meist üppiger in bezug auf Höhe und Wuchs, stärker verzweigt, mit längeren Internodien versehen als die subsp. *typicum* m., was unmittelbar auf die günstigeren Wachstumsbedingungen im Tale hinweist. Denn auf weniger günstigen Standorten erscheint auch die subsp. *erosum* m. mehr gedrängt-wüchsig, so daß sie dann im Habitus direkt mit der subsp. *typicum* m. übereinstimmt. Ferner zeigt auch die letztere in günstigeren Lagen mehr ausladenden Wuchs.

Was nun die so dicht durchscheinend-netzige Nervatur der subsp. *typicum* m. anlangt, so läßt sich diese sehr wohl mit dem Vorkommen der Pflanze in der subalpinen und alpinen Region in Zusammenhang bringen; denn sie ist für die Pflanze der höheren Region von nicht geringem Vorteil. Es wird nämlich durch die Ausbildung zahlreicher durchgehender Nerven die ableitende Querschnittsfläche wesentlich vergrößert. Da nun in der höheren Region wegen der stärkeren Sonnenstrahlung auch die Assimilation rascher vonstatten gehen kann als im Tale, so ist eine erleichterte Stoffabfuhr sehr günstig für die Erhaltung der Art, besonders mit Rücksicht auf die kürzere Vegetationsperiode in den höheren Lagen. Die Haupt- und Nebenleisten kommen

nun jedenfalls auch der Stoffleitung (beziehungsweise Stoffabfuhr) zugute. Ferner dient die reichere Stolonenbildung der verstärkten Speicherung von Reservestoffen. Auch wird dadurch eine starke vegetative Vermehrung der Pflanze erzielt, die Pflanze tritt daher in truppförmigen Beständen auf.

Doch stimmen in den beiden letzten Punkten die beiden Subspezies miteinander überein. Auch bezüglich der Ausbildung des Assimilationssystems waren bei den beiden Formen keine Unterschiede zu beobachten. Die tatsächlich vorhandenen Unterschiede beider Formen lassen sich wohl sämtlich nur auf klimatische und standörtliche Verschiedenheiten der Höhen- und Talregion zurückführen.

So läßt sich die schwächer durchscheinend-netzige Nervatur, die nicht selten bedeutendere Größe, Länge, Zuspitzung und stärkere Zähnelung der Kelchzipfel, die relativ geringere Zahl der dafür größeren und mehr langgestreckten Drüsen an den Kelchzipfeln und Kronenblättern, die meist bedeutendere Größe der Blüten, Samen und Pollenkörner bei der subsp. *erosum* m. wohl nur auf die trophische Einwirkung des Talklimas (beziehungsweise Talbodens, größere Wärme und Feuchtigkeit des Talgrundes, fetteren, humusreicheren Boden, größeren Schutz gegen Luftströmungen, schwächere Insolation etc.) zurückführen.

Hingegen sind die entsprechenden Unterschiede der subsp. *typicum* m. mit den gegenteiligen Faktoren des alpinen Klimas (wie stärkere Sonnenstrahlung bei relativ geringer Luftwärme, relativ trockener und humusärmerer Boden, stärkere Luftströmungen etc.) in Zusammenhang zu bringen.

Es sind nach dem Gesagten die zwei Annahmen möglich, nämlich 1. daß die subsp. *typicum* m. sich phylogenetisch aus der subsp. *erosum* m. durch Anpassung an das Klima der Alpenregion entwickelt habe und 2. die Annahme, daß umgekehrt die subsp. *erosum* m. aus der subsp. *typicum* m. durch Anpassung an das Talklima hervorgegangen sei.

Die Möglichkeit der zweiten Annahme ist leicht einzusehen. Darauf weist schon der Umstand hin, daß die subsp. *typicum* m. trotz üppigsten Gedeihens in der höheren Region mehrere 100 *m* tiefer nicht mehr vorkommt, allenfalls spärlich,

obwohl ja durch die Gewässer eine Verbreitung der Samen im Tale fast ununterbrochen stattfinden muß. Es ist da naheliegend anzunehmen, daß hier eine Umprägung der subsp. *typicum* m. in *erosum* m. stattfindet oder wenigstens in früheren Zeiten stattgefunden hat.

Demgegenüber ist aber immerhin zu betonen, daß die subsp. *typicum* m. doch auch hin und wieder im Tieflande vorkommt. Namentlich in Schweden, Norwegen und Finnland reicht das Areal derselben bis ins Tiefland, ja bis ans Meer. Ferner findet sie sich auch in Nordrußland, Polen und Norddeutschland in der Ebene.[1] Nun läßt sich aber das Vorkommen der subsp. *typicum* m. im Tieflande der nördlichen Gebiete wohl aus den klimatischen Verhältnissen derselben erklären, welche ja denen der höheren Alpenregion entsprechen. Jedenfalls findet sich in den nördlichen Gegenden auch nicht die subsp. *erosum* m., so daß hier wohl ein Vikariieren vorliegt.[2]

Doch selbst in unseren Gegenden findet sich die subsp. *typicum* m. da und dort auch in der tieferen Region, wenn auch fast immer nur vereinzelt, in kleineren Gruppen und in relativ schwächlichen Exemplaren. Ferner ist zu erwähnen, daß die subsp. *typicum* m. stellenweise auch von den höheren Bergen heruntersteigt bis in die Täler, ohne hier jedoch größeren Raum zu gewinnen. Die Formen erscheinen hier dann wie von ihrem natürlichen Standort versprengt. Denselben Eindruck machen auch die im Hügellande zerstreuten Vorkommnisse. Doch sind diese Funde gegenüber dem massenhaften Vorkommen der subsp. *erosum* m. in der tieferen Region nur relativ spärlich und auch diese lassen sich mit der Anschauung über die Entstehung der subsp. *erosum* m. recht gut in Einklang bringen.

Zur Erklärung der Verbreitung der subsp. *erosum* m. über größere Gebiete ist die Annahme wohl am naheliegendsten, daß sich die subsp. *typicum* m. in der tieferen Region bei gleichzeitiger Umprägung in die subsp. *erosum* m. ausgebreitet

---

[1] Siehe das Standortsverzeichnis p. 544.

[2] Mir lag auch kein »*erosum*« aus Skandinavien und Nordrußland vor.

habe. Die Möglichkeit einer solchen Verbreitung ist gut denkbar, wenn wir die Verhältnisse in der Eiszeit berücksichtigen.

Die subsp. *typicum* m. existierte jedenfalls schon vor der Eiszeit; während derselben wurde sie aber von den Gebirgen in die Täler zurückgedrängt und breitete sich hier aus. Beim späteren Klimawechsel konnte sie aber wieder gegen die Alpenregion vorrücken, wandelte sich jedoch in den tieferen Regionen in die subsp. *erosum* m. um.

Nun können wir aber auch das ausnahmsweise Vorkommen der subsp. *typicum* m. in den Tälern leicht erklären, indem wir annehmen, daß lokal an Orten mit weniger günstigen Boden-, Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen die subsp. *typicum* m. erhalten geblieben sei, ohne sich also in die subsp. *erosum* m. umzuwandeln, gleichsam als Relikt aus früheren Zeiten. Ich fand auch die subsp. *typicum* m. im Tale meist nur auf mehr sandigem, humusarmem Boden und auch da in mehr schmächtigen Exemplaren.[1] Wahrscheinlich sind auch die Vorkommnisse der subsp. *typicum* m. in der Tiefebene Norddeutschlands auf Heideboden ebenfalls als Relikte aus der Eiszeit aufzufassen.[2]

Aus denselben Gründen mag die subsp. *typicum* m. auch da vorkommen, wo für die Entstehung der subsp. *erosum* m. das Klima weniger günstig ist. So fand ich in manchen Alpentälern bei Graz wohl die subsp. *typicum* m., aber nicht die subsp. *erosum* m.[3]

Hingegen konnte ich tatsächlich stets beobachten,[4] daß an fetteren, feuchteren, gut durchwärmten Wiesengründen eben nur die subsp. *erosum* m. massenhaft und üppig und relativ hochwüchsig gedieh, hingegen die subsp. *typicum* m., wenn überhaupt an solchen Orten vorkommend, in schmächtigeren und armblütigen Exemplaren auftrat.

Aus dem Gesagten folgt nun, daß die Vorkommnisse der subsp. *typicum* m. in der Tiefebene kein Hindernis für die

---

[1] In der Umgebung von Graz.

[2] Siehe die Standortsangaben p. 544.

[3] Ferner auch z. B. bei Eger in Böhmen (subsp. *erosum* m. fehlt hier).

[4] In der Umgebung von Graz.

Anschauung bilden können, daß die subsp. *erosum* m. aus der subsp. *typicum* m. durch Umprägung in dem Talklima hervorgegangen sei.

Was den umgekehrten Fall anlangt, so ist derselbe theoretisch nach dem früher Gesagten gewiß ebenfalls nicht von der Hand zu weisen. In diesem Falle müßte eine Einwanderung der subsp. *erosum* m. in die höhere Region und entsprechende Umprägung derselben in die subsp. *typicum* m. stattgefunden haben. Doch kann eine solche Entstehung der subsp. *typicum* m. wenigstens primär nicht angenommen werden.[1]

Nun könnte sich vielleicht auch noch ein direkter Nachweis für die Möglichkeit der Entstehung der subsp. *erosum* m. aus subsp. *typicum* m. auf experimentellem Wege erbringen lassen, und zwar durch Versetzen der subsp. *typicum* m. (beziehungsweise der Samen) auf üppigen Tal- oder Gartenboden. Daß dies zu dem entsprechenden Resultate führen dürfte, darauf deutet noch ein weiteres Moment hin. Mir lagen aus botanischen Gärten »*erosum*«-Exemplare (sub *H. quadrangulum* L.) vor, welche allem Anschein nach durch eine solche Umprägung an Ort und Stelle entstanden sind.

Es sind weiter noch die einzelnen Formen der subsp. *erosum* m. auf ihre Verwandtschaft mit der subsp. *typicum* m. (beziehungsweise auch subsp. *immaculatum* m.) zu prüfen.

Die f. *latisepalum* m. der subsp. *erosum* m. zeigt recht große Verwandtschaft mit der subsp. *typicum* m. Schon eine gewisse graduelle Variation der Merkmale führt direkt zu subsp. *typicum* m. hinüber.

Im wesentlichen bedarf es hierzu nur einer Verstärkung der Netzigkeit der Nervatur, einer Verminderung der strichförmigen Drüsen[2] an den Kelch- und Kronblättern, der Zähnelung der Kelchzipfel, um nahezu eine Übereinstimmung mit der subsp. *typicum* m. zu erzielen.

Nun tritt die subsp. *erosum* m. auch noch in zwei recht scharf geschiedenen Typen auf, der f. *lucidum* m. und f. *nigrum*

---

[1] Aus noch zu erörternden Gründen (p. 576 unten).

[2] D. h. im Vergleich zu den Punkten.

m. Speziell lassen sich auch bei der f. *latisepalum* m. diese beiden Typen unterscheiden. Die f. *nigrum* m. entspricht im Formenkreise der subsp. *typicum* m. dem Gros der Formen, die f. *lucidum* m. der relativ seltenen f. *luteum* m. Auch die subsp. *immaculatum* m. entspricht, und zwar in noch höherem Maße der Form *luteum* m., nur sind die Drüsen an den Kronblättern bei der letzteren Form vorwiegend punktförmig ausgebildet.

Ferner bedeutet auch die Gliederung der Formen der subsp. *erosum* m. in eine var. *imperforatum* Tourlet und var. *perforatum* Tourlet bloß eine Wiederholung der entsprechenden Variation der subsp. *typicum* m., beziehungsweise eine Weiterführung dieser Spaltung in das Gebiet der subsp. *erosum* m.

Selbst der Unterschied in der Nervatur zwischen der var. *genuinum* Schinz und var. *punctatum* Schinz (von subsp. *typicum* m.) kehrt auch im Formenkreise der subsp. *erosum* m., entsprechend bei der var. *imperforatum*, beziehungsweise *perforatum* Tourlet wieder.

Auch bei der subsp. *immaculatum* m. finden wir analog eine Gliederung der Formen in eine var. *epunctatum* m. und *punctatum* m.

Auch die weiteren noch bei der subsp. *erosum* m. auftretenden Formen, solche mit relativ schmäleren Kelchzipfeln, schwächeren Nebenleisten oder mehr weitmaschiger Nervatur, kehren analog auch bei der subsp. *typicum* m. wieder. All diese Beziehungen ergeben sich übersichtlich auch aus der nebenstehenden Tabelle.

Aus diesen Parallelen ergibt sich klar die nahe Verwandtschaft der drei Subspezies.

Es bleibt nun noch die mutmaßliche Entstehung des *H. maculatum* Cr. zu erörtern.

Es sprechen so manche Gründe für die erste Entstehung des *H. maculatum* Cr. aus *H. perforatum* L., und zwar durch Anpassung an die klimatischen Verhältnisse der Alpenregion.

H. maculatum Cr. (Formvariation).

Subspezies	Varietäten: Punktierung des Blattes	Formen: Nervatur des Blattes	Blattform	Nebenleisten	Kelchzipfel	Kronblattdrüsen: hell	Kronblattdrüsen: dunkel
typicum m.	*genuinum* Schinz	dicht-netzig (Typus)	f. *subnervosum* m. (schwächer-netzig)	f. *rotundifolium* m. (breitblätterig)	f. *angustifolium* m. (schmalblätterig)	stark ausgeprägt (Typus)	f. *glabrum* m. (nahezu fehlend)	breit, stumpf-eiförmig (Typus)	relativ schmäler	f. *luteum* m., vorwiegend punktförmig	vorwiegend punktförmig (Typus)
erosum m.	*imperforatum* Tourlet	relativ dicht-netzig (Typus)	schwach-netzig	relativ breit	relativ schmal	stark ausgeprägt (Typus)	nahezu fehlend	breit, stumpf-eiförmig f. *latisepalum* m.	relativ schmäler	f. *lucidum* m., lang-strichförmig	lang-strichförmig. f. *nigrum* m.
immaculatum m.	*epunctatum* m.	dicht-netzig (Typus)	schwächer-netzig	relativ breit	relativ schmäler	stark ausgeprägt (Typus)	breit, stumpf-eiförmig (Typus)	lang-strichförmig (Typus)			
	punctatum m.										

perforatum Tourlet | *punctatum* Schinz

Allerdings erscheinen zunächst die Unterschiede des *H. perforatum* L. gegenüber dem *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. recht groß. Doch werden sie erheblich reduziert, wenn wir das *H. perforatum* L. mit der subsp. *erosum* m. in Vergleich ziehen. Dann bleiben noch als wichtigere Unterschiede übrig der Mangel der Nebenleisten, das Gepräge der Nervatur, die Schmalheit und Zuspitzung der Kelchzipfel, die

geringere Zahl, beziehungsweise Länge der Perikarpdrüsen beim *H. perforatum* L.

Von diesen Unterschieden erscheint wohl der Mangel der Nebenleisten beim *H. perforatum* L. als der schwerstwiegende. Denn der Unterschied in der Breite der Kelchzipfel verschwindet ja, wenn wir die subsp. *latifolium* Koch des *H. perforatum* L. in Betracht ziehen. Aber auch der Unterschied in den Nebenleisten ist kein absoluter; denn es gelang mir, wenn auch selten, unzweifelhafte *H. perforatum* L.-Formen mit ziemlich deutlich ausgebildeten Nebenleisten (im oberen Teil einzelner Internodien) aufzufinden.[1] Solche Formen fanden sich vereinzelt neben ganz normalen Individuen oder es fanden sich auch selbst an einem und demselbem Stock Stengel mit und ohne Nebenleisten. Von Interesse war es, daß solche Formen zum Teil wenigstens auch gleichzeitig breite und relativ kurze Kelchzipfel aufwiesen. Auch war in einem der Fälle der Griffel relativ kurz, und zwar nur etwa von der Länge des Fruchtknotens. Ferner war auch in manchen Fällen die Nervatur etwas schärfer ausgeprägt oder auch die Form der Blätter elliptisch.

Derartige *H. perforatum* L.-Formen stehen demnach auch dem *H. maculatum* Cr. näher.

Es läßt sich daher recht gut annehmen, daß das *H. maculatum* Cr. von ähnlichen *H. perforatum* L.-Formen mit breiten Kelchzipfeln etc. seinen Ausgangspunkt genommen habe. Für die weitere Ausprägung der *H. maculatum* Cr.-Merkmale mochte das Klima in der alpinen Region Anlaß geboten haben, denn nach dem Obigen[2] finden wir hier auch den zureichenden Grund für die größere Dichte der Nervatur, die reichere Stolonenbildung; auf die retardierende Wirkung des Klimas kann wohl die relativ geringere Blütengröße, die Zartheit der Drüsen an den Kelch- und Kronblättern, der Mangel der Zähnelung der Kelchzipfel zurückgeführt werden. Auch die Nebenleisten konnten sich etwa in Korrelation mit der Nervatur und den Stolonen verstärkt haben.

[1] Eine Verwechslung mit *H. maculatum* Cr. × *perforatum* L. war mit Rücksicht auf die Lokalität etc. ausgeschlossen.

[2] p. 571.

Durch Erwerbung der genannten Merkmale konnten sich die Formen auch besser an das Klima der alpinen Region anpassen, sie wurden daher auch befähigt, sich hier und in der subalpinen Region auszubreiten und phylogenetisch zu befestigen.

Für diese Art der Entstehung des *H. maculatum* Cr. (speziell der subsp. *typicum* m.) spricht weiter auch noch der Umstand, daß ja dieses in der höheren Region reichlich auftritt, während das *H. perforatum* L. schon in tieferen Regionen seine obere Grenze findet, worin sich also ein gewisses Vikariieren kundgibt.

Diese Anschauung widerspricht nun aber auch nicht der im früheren diskutierten Entstehung der subsp. *erosum* m. aus der subsp. *typicum* m., ja sie bestätigt sie noch.

Denn die Entstehung der subsp. *erosum* m. aus der subsp. *typicum* m. bildet sogar die Umkehrung zu dem eben besprochenen Prozeß, insofern als durch die Umprägung der subsp. *typicum* m. in die subsp. *erosum* m. (natürlich unter dem Einfluß des Talklimas) wieder umgekehrt eine gewisse Annäherung des *H. maculatum* subsp. *typicum* m. an das *H. perforatum* L. erfolgen konnte.[1]

Hingegen ist eine direkte Entstehung der subsp. *erosum* m. aus *H. perforatum* L. nicht gut anzunehmen, da hierzu der zureichende Grund fehlt.[2] Vielmehr muß nach dem Gesagten primär die subsp. *typicum* m. aus *H. perforatum* L. durch Anpassung an das alpine Klima hervorgegangen sein. Andrerseits ist aber auch die Möglichkeit einer sekundären Entstehung von »*typicum*-Formen« aus subsp. *erosum* m. durch Anpassung an alpines Klima nicht von der Hand zu weisen, wenn auch dieser Prozeß im ganzen seltener vor sich gegangen sein mochte.

Nun läßt sich wohl nichts Näheres über die Zeit der ersten Entstehung des *H. maculatum* subsp. *typicum* m. aus *H. perforatum* L. angeben; höchstens so viel, daß sie in die Zeit vor der Glazialperiode, d. i. ins Miocän oder Pliocän fällt.

[1] Wie schon erwähnt, p. 570.

[2] Siehe p. 578.

Der genetische Zusammenhang der Formen läßt sich nach dem Gesagten in Form eines Stammbaumes folgendermaßen darstellen:

H. acutum Mnch., Meth., p. 129 (1794).

Synonyme: *H. tetrapterum* Fries, Nov. fl. suec., p. 94 (1823) et aut. mult. *H. quadrialatum* Wahlb., Fl. suec., p. 476 (1826).

Wurzelstock mit zahlreichen, langen, roten Stolonen und Adventivwurzeln.

Stengel vierkantig, mit meist flügelförmig hervortretenden Haupt- und Nebenleisten.

Blätter meist breit elliptisch, halbstengelumfassend. Nervatur locker durchscheinend-netzig; Punktierung sehr dicht und fein, größtenteils erst mit Lupe sichtbar; dunkle Punkte

teils auf der Blattfläche verstreut, teils am Rande einen dichten Saum bildend.

Blütenstand dicht gedrängt- und kleinblütig, aus dekussiert angeordneten, zusammengesetzten Cymen bestehend.

Blüten relativ klein (Durchmesser 10 bis 15 *mm*).

Kelchzipfel schmal-lanzettlich, fein zugespitzt, zwei Drittel bis fast so lang als die Kronblätter, so lang bis anderthalb-

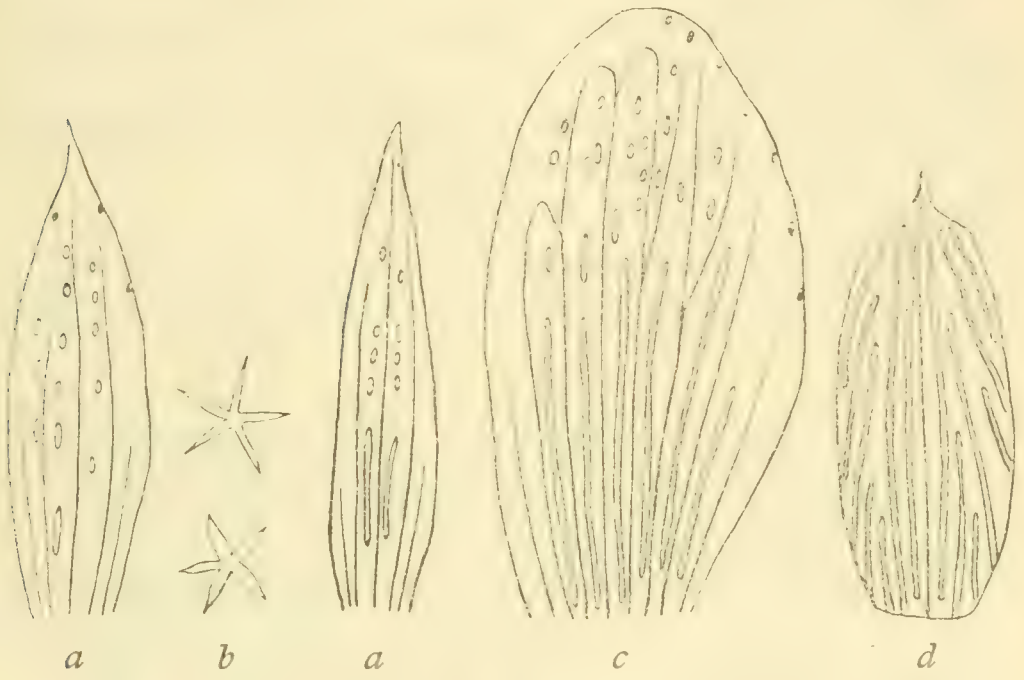


Fig. 11.

H. acutum Mnch.

a) Kelchzipfel.
b) Kelch (natürl. Größe).
c) Kronblatt.
d) Fruchtwand.

so lang als der Fruchtknoten, mit hellweißen, punkt- und strichförmigen Drüsen und mit wenigen dunklen Drüsenpunkten gegen den Rand und die Spitze hin (Fig. 11 *a*, *b*).

Kronblätter am Rande auf einer Seite meist etwas gekerbt und mit schwarzen Randpunkten versehen, auf der Fläche fast nur mit hellen, punkt- und strichförmigen Drüsen, nur gegen die Spitze hin auch mit wenigen dunklen Drüsen (Fig. 11 *c*).

Staubblätter in relativ geringer Zahl (zirka 30 bis 40), relativ kurz, höchstens zwei Drittel der Länge der Kronblätter.

Fruchtknoten schmal-eiförmig, spitz.

Griffel relativ kurz, höchstens von der Länge des Fruchtknotens.

Frucht schmal-eiförmig, spitz ($LD : QD = 2$ bis $2 \cdot 5$).

Perikarpdrüsen in relativ geringer Zahl, strichförmig, von verschiedener Länge (Fig. 11 *d*).

Samen relativ klein (zirka $0 \cdot 8$ *mm* lang, $0 \cdot 3$ *mm* breit), ziemlich zahlreich (zirka 70 pro Fruchtfach), von dunkelbrauner Farbe.

Pollenkörner relativ klein wie bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m.

Verbreitung: Im Tiefland und in der unteren Bergregion an Wassergräben, Bächen etc. verbreitet (Europa, Westen von Asien).

Variiert in der Stärke der Ausbildung der Leisten, welche bald sehr stark flügelförmig, bald relativ schwächer hervortreten.

Die Breite der Blätter zeigt ebenfalls erhebliche Schwankungen. Die Nervatur der Blätter erscheint bald nur wenig transluzid-netzig, bald jedoch ziemlich deutlich netzaderig, wenn auch relativ weit-netzig.

Die Kelchzipfel variieren in ihrer Breite ziemlich stark, wenn sie auch stets lanzettlich sind. Auch finden sich bei manchen Individuen längs des Randes derselben schwarze Punkte in größerer Zahl. Die Kronblätter sind am Rande meist mit schwarzen Punkten versehen, seltener fehlen solche vollständig.

Einer genaueren Besprechung bedarf noch das:

H. acutum β rotundifolium (Willk. et Lange) m.

Synonym: *H. tetrapterum β rotundifolium* Willk. et Lange, Prodr. fl. Hisp., III, p. 591 (1880).

Blätter sehr breit, rundlich-elliptisch, halbstengel-umfassend. Im übrigen zeigt die Pflanze gegenüber dem Typus keinen erheblichen Unterschied.

Vorkommen:[1] In der alpinen Region der Sierra Nevada in Spanien.

[1] Nach Willk. et Lange, l. c.

Gesehene Exemplare:

Sierra Nevada, in pascuis paludosis Dehesa de S. Geronimo, sol. calc., 2100 bis 2200 *m* (Porta et Rigo, iter III. Hisp. 1891, Nr. 563, HUW); S. Nevada, zirka 8000′, Willkomm (HB. HJG).

Das *H. acutum* β *rotundifolium* (Willk. et Lange) m. unterscheidet sich von *H. acutum* Mnch. fast nur durch die Breite der Blätter. Nun finden sich aber auch sonst nicht gerade selten sehr breitblätterige Exemplare beim Typus, ohne daß gerade eine Abtrennung derselben nötig wäre. Allein es fällt bei der spanischen Pflanze der Umstand in die Wagschale, daß sie in der alpinen Region auftritt, was sonst bei *H. acutum* Mnch. wohl nicht vorkommt. Da nun das Merkmal der breiten Blätter hier konstant zu sein scheint, handelt es sich wohl um einen vikariierenden Typus, welcher dann gewiß auch als Varietät aufzufassen ist.

H. undulatum Schousb., ap. Willd., Enum., p. 810 (1809).[1]

Synonyme: Bonnet, Bull. soc. bot. Fr., t. 25, p. 281 (1878); *H. quadrangulum* ε *undulatum* DC., Prodr., I, p. 548 (1824); *H. neapolitanum* (Ten.) Guss., Fl. sic., II, 1, p. 379 (1843); Pojero, Fl. sic., I, 1, p. 188 (1886 bis 1888); *H. acutum* Mnch., subsp. II, *H. undulatum* (Schousb.) Rouy et Foucaud, Fl. France, III, p. 337 (1896).

Das *H. undulatum* Schousb. verhält sich in vielen Punkten wie das *H. acutum* Mnch., nämlich in bezug auf die Form und Punktierung der Blätter, hinsichtlich der Leisten und in der Schmalheit und Zuspitzung der Kelchzipfel.

Doch ist der Rand der Blätter wellig-gezähnelt und etwas zurückgerollt, die Blüten sind größer und länger gestielt als bei *H. acutum* Mnch.

Vorkommen: Süditalien, Sizilien, Spanien[2] und Portugal.[2]

---

[1] Ich habe diese Pflanze, wie auch das *H. tenellum* Tausch, wegen ihrer vermutlich nahen Verwandtschaft mit *H. acutum* Mnch. hier aufgenommen. Doch kann ich meine Untersuchung derselben nicht als abgeschlossen betrachten, weil mir sehr wenig Material (von *H. tenellum* Tausch überhaupt keines) vorlag.

[2] Nach Bonnet, l. c., p. 281. Bonnet gibt dasselbe auch noch für Marokko, Algerien, die Azoren und selbst für England, Rouy (l. c., p. 338) auch für Frankreich an.

Das *H. undulatum* Schousb. unterscheidet sich nach dem Gesagten nicht wenig von *H. acutum* Mnch.

H. tenellum Tausch, Flora, Bd. 14, p. 211 (1831).

Synonyme: *H. corsicum* Steud., Nomencl. bot., p. 787 (1841); Grenier et Godron, Fl. France, I, p. 315 (1848); Bonnet, Bull. soc. bot. Fr., t. 25, p. 280 (1878); *H. tetrapterum* γ *corsicum* Boiss., Fl. or., I, p. 806 (1867); *H. acutum* Mnch., subsp. III, *H. corsicum* (Steud.) Rouy et Foucaud, Fl. Fr., t. III, p. 338 (1896).

Stengel wie bei *H. acutum* Mnch. scharf vierkantig, doch zart, niederliegend (zirka 7 *cm* hoch); Blätter halbstengelumfassend, fast kreisrund, dicht und fein hell-punktiert, Kelchzipfel schmal und spitz, Kronblätter rötlich-geadert.

Vorkommen: Korsika, mont d'Oro, montagnes de Bastelica, Revelière; Spanien;[1] Kreta.[2]

Die Verwandtschaft des *H. tenellum* Tausch mit *H. acutum* Mnch. ist nach allem eine recht große. Eine Analogie zu *H. acutum* β *rotundifolium* m. besteht in der Breite der Blätter. Rouy[3] wirft die Frage auf, ob es nicht etwa nur eine Abart des letzteren bilde. Doch kann ich diese Frage, da mir kein diesbezügliches Material zur Verfügung stand, nicht entscheiden.

H. maculatum Cr. × H. acutum Mnch.

Synonym: *H. tetraptero-quadrangulum* Lasch, in Linnaea, IV, p. 414 (1829).

a) H. maculatum Cr. subsp. typicum m. × H. acutum Mnch.

In Wuchs und Habitus zwischen den beiden Stammeltern intermediär.

Wurzelstock verzweigt, mit längeren, roten Stolonen.

Stengel mit relativ scharf hervortretenden Haupt- und Nebenleisten.

[1] Nach Rouy et Foucaud, l. c., p. 338.

[2] Nach Boissier, fl. or., p. 806.

[3] L. c., p. 339 (Anmerkung).

Blätter mehr oder weniger breit-elliptisch, halbstengelumfassend, dicht hell-punktiert, teils mit sehr feinen und erst mit Lupe sichtbaren, teils mit größeren Punkten. Schwarze Punkte am Rande ziemlich dicht auftretend, sonst auf der Blattfläche zerstreut.

Nervatur meist relativ dicht durchscheinend-netzig, dichter als bei *H. acutum* Mnch.

Blütenstand relativ locker und armblütig im Vergleich zu *H. acutum* Mnch.

Blüten in allen Teilen größer als bei *H. acutum* Mnch. (20 *mm* und mehr im Durchmesser).

Kelchzipfel zirka einhalb bis drei Viertel der Länge der Kronblätter, so lang bis anderthalb so lang als der Fruchtknoten, hellgrün, stets relativ breit im Vergleich zu *H. acutum* Mnch., spitz bis stumpf und an der Spitze ausgebissen-gezähnt, mit hellen, doch gelben, punkt- und strichförmigen Drüsen, am Rande und gegen die Spitze hin auch mit dunklen Drüsenpunkten (Fig. 12 *a*).

Kronblätter hellgelb, mit einer Reihe schwarzer Randpunkte und mit nur hellen oder hellen und dunklen, punkt- und strichförmigen Drüsen versehen (Fig. 12 *b*).

Staubblätter relativ kürzer als bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m., zirka zwei Drittel der Länge der Kronblätter.

Fruchtknoten breit-eiförmig. Griffel so lang oder etwas länger als der Fruchtknoten.

Frucht breit-eiförmig, wie bei *H. maculatum* Cr. (*LD* : *QD* zirka 1·5).

Perikarpdrüsen strichförmig, von verschiedener Länge.

Verbreitung: In dem Gebiete der beiden Stammeltern da und dort auftretend.

Ich sah Exemplare von folgenden Standorten:

Österreich-Ungarn:

Salzburg: Torfgründe im Schallmoos bei Salzburg, K. Fritsch (HF); an Wassergräben, moorigen Wiesen bei Gnigl bei Salzburg (HF).

Oberösterreich: Ischl, Stohl (HUW).

Schweiz: Sihlsümpfe bei Hermanneren bei Einsiedeln (885 *m*), mit den beiden Stammeltern, Thellung (HTh); Geißboden, Herb. Hegetschweiler (HZ).

Deutsches Reich:

Sächsische Herzogtümer: Jena, Trockhausen, Schultze (HZ).

Provinz Schlesien: Rybnick, Dorfgrabenränder, Fritze (HB); Schönau, Polnisch-Hundorf, Tigert (HUW); Schönau, Polnisch-Hundorf, im Dorfe häufig, Scholz (HZ); Goldberg,

a *b*

Fig. 12.

H. maculatum Cr. subsp. *typicum* m. × *acutum* Mnch.
a) Kelchzipfel. *b)* Kronblatt.

Dorfanger bei Polnisch-Hundorf, mit den Eltern, Scholz (HUW).

Brandenburg: Driesen, Lasch (HB).

Schweden: Helsinborg, Strandmark (HZ); Skrupstrakten, Heintze (HZ, HUW); Sk. Olserids moste(?), Erikson (HJG); Nosbyholm, in silva, Heintze (HZ).

Für die Bastardnatur dieser Pflanzen spricht außer ihrem intermediären Verhalten zwischen *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. und *H. acutum* Mnch. auch ihr stark mischkörniger Pollen. Die Zahlen schwankten nur zwischen 60 bis 96% (zumeist war über 80% sterilen Pollens vorhanden).

Über die Variation der Merkmale ist noch einiges zu bemerken. Die Leisten sind zumindest so scharf oder etwas schärfer als bei *H. maculatum* subsp. *typicum* m.

In bezug auf die Punktierung verhalten sich die Formen nicht gleich. Außer Formen, wo die Punkte ziemlich gleichmäßig dicht auf allen Blättern vorkommen, treten auch solche auf, wo die Punktierung wesentlich nur auf die obersten Blätter beschränkt ist. In diesem Falle fanden sich aber immerhin noch zerstreut größere Punkte auf den Blättern. Die feine Punktierung ist wohl auf den Einfluß des *H. acutum* Mnch. zurückzuführen, die gröbere jedenfalls auf das *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m.

Die Kelchzipfel zeigen in bezug auf ihre Breite, die Art der Zuspitzung und Zähnelung eine große Mannigfaltigkeit. Manche Formen kamen dem *H. acutum* Mnch. durch relativ schmälere und spitze Kelchzipfel besonders nahe; doch waren diese Formen mit Berücksichtigung der anderen Merkmale, der relativ stärker netzigen Nervatur und der größeren Breite der Frucht, noch als Zwischenformen, beziehungsweise goneoklinische Bastarde gegen *H. acutum* Mnch. hin zu erkennen.

Andere Exemplare kamen nun wieder dem *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. recht nahe durch dichter netzige Nervatur, breite, stumpfe Kelchzipfel und stärkere dunkle Punktierung der Kronblätter.

Andere Formen waren wieder dadurch von Interesse, daß sich bei denselben gewisse Merkmale der beiden Stammeltern desselben Standortes wiederspiegelten. So fehlten bei dem *H. acutum* Mnch. eines Standortes die schwarzen Randpunkte an den Kronblättern. Derselbe Mangel fand sich auch bei dem Bastard desselben Standortes. Auch waren bei demselben die hellen Drüsen der Kelchzipfel stärker gelb, ferner fanden sich noch gegen die Spitze hin auch dunkle Drüsen von ähnlichem Farbenton wie bei dem *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. desselben Standortes.

Bei einer anderen Form waren zarte schwarze Punkte an den Kronblättern wie bei *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. vorhanden, gleichzeitig fanden sich aber auch fast nur

größere Punkte zerstreut an den Blättern (nur an den obersten auch feinere).

Den vorliegenden Bastard hat zuerst Lasch in Driesen (1829) richtig beobachtet, was aus seiner Beschreibung[1] und seinen Originalexemplaren in dem HB, welche mir zur Verfügung standen, klar hervorging.

Auch Reichenbach's[2] Abbildung eines solchen Bastards paßt sehr gut auf denselben, und zwar wegen des scharfkantigen Stengels, der breit inserierten, dicht punktierten Blätter und breiten Kelchzipfel und der im Vergleich zu *H. maculatum* Cr. subsp. *typicum* m. kleineren, hell-punktierten Kronblätter.

Daher haben Bonnet's[3] Zweifel an der Bastardnatur der Pflanze Reichenbach's wohl kaum eine Berechtigung.

Auch Čelakowsky[4] bezweifelt die Bastardnatur solcher Formen, er faßt sie als Formen von *H. acutum* Mnch. mit breiten Kelchzipfeln auf; doch hat er nach seinem eigenen Ausspruche selbst keine diesbezüglichen Exemplare gesehen.

b) **H. maculatum** Cr. subsp. **erosum** m. × **H. acutum** Mnch., nov. hybr.

Die Exemplare waren in bezug auf Habitus und Wuchs zwischen den Stammeltern intermediär.[5]

Wurzelstock verzweigt, mit langen roten Stolonen.

Haupt- und Nebenleisten relativ schärfer hervortretend als bei *H. maculatum* Cr. subsp. *erosum* m., allein beträchtlich schwächer als bei normalem *H. acutum* Mnch.

Blätter sehr breit-elliptisch, fast halbstengelumfassend.

Punktierung sehr dicht; nebst vielen feinen, kaum sichtbaren Punkten auch zahlreiche größere Punkte vorhanden.

Nervatur locker durchscheinend-netzig, ähnlich wie bei *H. acutum* Mnch.

---

[1] L. c., p. 414.
[2] L. c.
[3] L. c., p. 282.
[4] L. c., p. 521.
[5] Zirka 60 *cm* hoch.

Blütenstand relativ armblütig, ähnlich verzweigt wie bei *H. maculatum* subsp. *erosum* m.

Blüten bedeutend größer als bei *H. acutum* Mnch. (bis zirka 25 *mm* im Durchmesser).[1]

Kelchzipfel größer und relativ breiter als bei *H. acutum* Mnch., nur etwa halb so lang als die Kronblätter, so lang bis anderthalb so lang als der Fruchtknoten, etwas zugespitzt und schwach gezähnt, mit hellen, doch gelben Drüsenpunkten und -strichen versehen, ferner mit schwarzen Punkten am Rande und gegen die Spitze hin (Fig. 13 *a*).

Kronblätter an dem einen Rande leicht gekerbt und schwarz punktiert, auf der Fläche mit hellen, doch gelben,[2] punkt- und strichförmigen Drüsen.

Staubblätter relativ kurz, zirka 7 *mm* lang[3] und zirka zwei Drittel der Länge der Kronblätter.[4]

Fruchtknoten breit-eiförmig im Gegensatze zu *H. acutum* Mnch.

Griffel so lang oder etwas länger als der Fruchtknoten.

Frucht breit-eiförmig (*LD* : *QD* zirka 1·5).

Perikarpdrüsen nicht zahlreich, strichförmig und von verschiedener Länge.

Fundort: Holzschlag in der Ragnitz bei Graz (zirka 400 *m*), mit den beiden Stammeltern, l. i.

Nach der Beschreibung stimmt die Pflanze nahezu völlig mit dem entsprechenden »*typicum*«-Bastard überein; auch die Nervatur bietet keinen wesentlicheren Unterschied, da dieses Merkmal ja auch bei den »*typicum*«-Bastarden schwankend ist, Es ist auch theoretisch gut begreiflich, daß zwischen den beiden Formen keine irgendwie definierbare Grenze zu ziehen ist. Die Merkmalskombination ergibt in beiden Fällen nahezu

[1] Beim *H. acutum* Mnch. desselben Standortes war der Durchmesser der Blüten 13 bis 16 *mm*, bei *H. maculatum* subsp. *erosum* m. 25 bis 30 *mm*.

[2] Doch auch einzelne dunkle Drüsenstriche da und dort.

[3] Bei *H. maculatum* subsp. *erosum* m. zirka 10 *mm*, bei *H. acutum* Mnch. zirka 5 *mm* lang.

[4] Bei *H. acutum* Mnch. ebenso, bei *H. maculatum* subsp. *erosum* m. relativ länger.

den gleichen Effekt, ganz ähnlich wie bei den »*typicum*«- und »*erosum*«-Bastarden des *H. maculatum* Cr. × *H. perforatum* L.

Die Richtigkeit meiner Auffassung dieser Form als »*erosum*«-Bastard ergab sich zwingend aus folgenden Momenten:

1. Aus dem intermediären Verhalten der Merkmale, was sich aus der Beschreibung unmittelbar ergibt;

2. aus dem Vorkommen der Pflanze mitten unter den beiden Stammeltern, dem *H. acutum* Mnch. und *H. macu-*

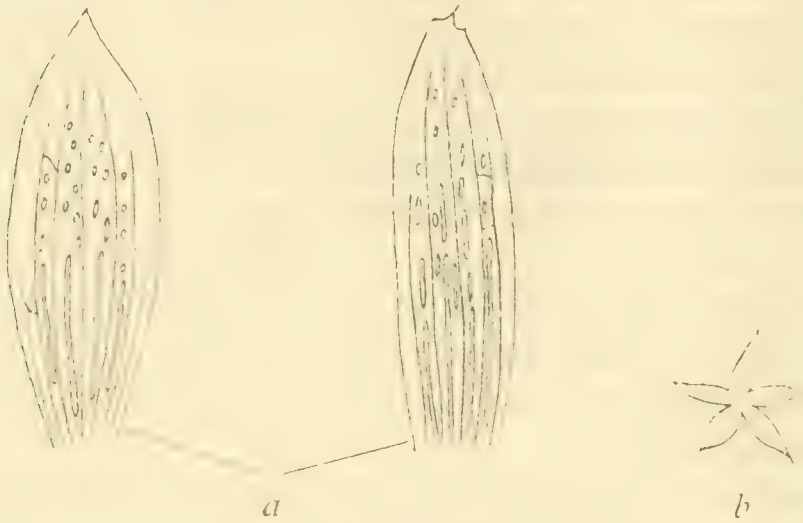


Fig. 13.

H. maculatum Cr. subsp. *erosum* m. × *acutum* Mnch.
a) Kelchzipfel. *b)* Kelch (natürl. Größe).

latum subsp. *erosum* m., welche an diesem Standort sehr dicht durcheinanderwachsen;[1]

3. aus dem Insektenbesuch (Apiden und Musciden), weshalb bei dem gedrängten Zusammenkommen der Pflanzen (vielleicht auch selbst unmittelbar) eine Bestäubung leicht möglich war;

[1] *H. maculatum* subsp. *typicum* m. fand sich in der Nähe durchaus nicht. Sonst fanden sich noch an diesem Standort das *H. perforatum* L. und *H. perforatum* L. × *H. maculatum* subsp. *erosum* m.

4. aus der Blütezeit des Bastards, welche sich gegenüber den beiden Stammeltern als deutlich intermediär erwies.[1] Zuerst begann (abgesehen von *H. perforatum* L.) das *H. maculatum* Cr. subsp. *erosum* m. zu blühen, und zwar bereits gegen Ende Juni (zirka 25. Juni).[2] Zu dieser Zeit waren die Blütenknospen des Bastards noch relativ klein. Noch weniger entwickelt waren sie bei *H. acutum* Mnch. Die ersten Blüten öffneten sich bei dem Bastard erst am 12. Juli, während jetzt das »*erosum*« intensiv blühte. Das *H. acutum* Mnch. blühte aber noch immer nicht, sondern begann erst vom 15. Juli an langsam zu blühen, erreichte jedoch erst gegen Ende Juli das Maximum des Blühens;

5. aus dem stark mischkörnigen Pollen. Es war nämlich zirka 80 bis 90% sterilen Pollens vorhanden. Bei *H. acutum* Mnch. war im Gegensatz dazu der Pollen vollständig fertil, bei *H. maculatum* Cr. subsp. *erosum* m. auch noch relativ fertil (zirka 20% sterilen Pollens).

(H. maculatum Cr. × **H. perforatum** L.)[3] × **H. acutum** Mnch.

Im Habitus sowohl an Komp. I[4] als auch an *H. acutum* Mnch. erinnernd.

Stengel mit im Vergleich zu Komp. I schärfer hervortretenden Nebenleisten.

Blätter breit-eiförmig, fast halbstengelumfassend, locker durchscheinend-netzig und ziemlich dicht und fein punktiert.

Blütenstand mehr gedrängt-blütig, Blüten kleiner als bei Komp. I (zirka 20 *mm* im Durchmesser).

Kelchzipfel hellgrün, relativ breit-eiförmig, zugespitzt, mit hellen (doch gelben), punkt- und strichförmigen Drüsen, doch fast ohne dunkle Drüsen.

[1] Nach meinen fast täglichen Beobachtungen.

[2] Die ersten blühenden Exemplare konnte ich sogar schon am 10. Juni beobachten (allerdings an einem anderen Standorte).

[3] Der eingeklammerte Teil entspricht einem an demselben Standort vorkommenden Bastard. (Exemplare lagen mir vor!)

[4] Ich bezeichne den Bastard *H. maculatum* Cr. × *H. perforatum* L. im Texte der Kürze halber als Komponente I (Komp. I).

Kronblätter dunkler gelb als bei *H. acutum* Mnch., entsprechend Komp. I, mit gelben Drüsenpunkten und -strichen wie dort, doch ohne schwarze Randpunkte.[1]

Staubblätter zirka zwei Drittel der Länge der Kronblätter.

Fruchtknoten breit-eiförmig.[2]

Fundort: Roblosen bei Einsiedeln (Kanton Schwyz), 900 *m*, Thellung (HTh).

Aus der Beschreibung folgt, daß die Pflanze zwischen den beiden Komponenten ziemlich die Mitte hält. Sie weicht von Komp. I ab durch die schärfer markierten Nebenleisten, die breiter inserierten, feiner punktierten Blätter, die kleineren, mehr gedrängt stehenden Blüten, was sie dem *H. acutum* Mnch. annähert. Was den Pollen anlangt, so ist derselbe ziemlich mischkörnig (zirka 40 %).

H. acutum Mnch. × H. perforatum L.[3]

Zum Schlusse möchte ich noch einiges über diesen Bastard erwähnen.

Derselbe wurde nicht selten in der Literatur angegeben, zuerst wohl von Petermann,[4] welcher denselben als *H. medium* bezeichnete.

Reichenbach[5] hat diesen Bastard auch abgebildet. Die Abbildung in den Icones entspricht recht gut einer Kombination von *H. acutum* Mnch. und *H. perforatum* L. Allerdings bezweifelte dies Bonnet[6] und wollte darin gleichwie in dem Falle von *H. maculatum* Cr. × *H. acutum* Mnch. auch nur sein *H. Desetangsii* Lamotte *α genuinum* Bonnet erblicken.

---

[1] Auch bei einem *H. acutum* Mnch. der Umgebung von Einsiedeln (Lok. Hermanneren, Thellung, HTh) fehlten die schwarzen Randpunkte an den Kronblättern.

[2] Früchte waren noch nicht ausgebildet.

[3] Ich konnte diesen Bastard bisher noch nicht beobachten; auch entsprach keines der mir vorgelegenen Herbarexemplare diesem Bastard.

[4] Fl. Lips., p. 563 (1838).

[5] L. c., f. 5179.

[6] L. c., p. 282.

Kuntze[1] gibt diesen Bastard für die Umgebung von Leipzig, Alpers nach Focke[2] für Achim unweit Bremen, ferner Buchenau[3] für Lichtenhausen bei Celle an u. a.

Es frägt sich nun aber, ob es sich in den genannten Fällen tatsächlich auch um einen derartigen Bastard gehandelt hat, ob nicht auch hier wie in dem Falle von *H. Desetangsii* Lamotte eine Konfundierung mit allem Möglichen vorliegt, zumal mit den Bastardformen der früheren Kapitel oder mit dem *H. maculatum* subsp. *erosum* m.

Eine Verwechslung mit den erwähnten Bastardformen ist sehr leicht denkbar; denn die theoretisch für das *H. acutum* Mnch. × *H. perforatum* L. anzunehmende schwächere Ausprägung der Nebenleisten, die feine und dichte Punktierung der Blätter, die Schmalheit und Spitzigkeit der Kelchzipfel und die mittlere Größe der Kronblätter sind Merkmale, welche eine strikte Unterscheidung von den genannten Bastardformen nicht leicht gestatten mögen.

Dieser Bastard mag aber auch seltener vorkommen als die anderen bisher behandelten Bastardformen und dies aus folgendem Grunde: Das *H. acutum* Mnch. kommt an feuchten Standorten vor, während das *H. perforatum* L. mehr trockene Standorte bevorzugt. Dieses tritt auch noch an Standorten auf, an denen auch *H. maculatum* Cr. nicht mehr fortkommt.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit auch erwähnen, daß das *H. maculatum* Cr. subsp. *erosum* m. in dem Feuchtigkeitsbedürfnis zwischen *H. acutum* Mnch. und *H. perforatum* L. ziemlich die Mitte hält, insofern als es an relativ feuchteren Standorten mit Vorliebe auftritt, wenn es auch die feuchtesten, die das *H. acutum* Mnch. bevorzugt, meidet. Daher kann man auch an manchen Standorten alle drei Arten je nach dem Grade der Feuchtigkeit verteilt finden. Es wäre daher immerhin auch eine Bastardierung zwischen *H. acutum* Mnch. und *H. perforatum* L. nicht unmöglich (mit Hilfe der Insekten); doch dürfte noch an Mooren dieser Bastard am ehesten zu finden sein.

---

[1] L. c., p. 197.

[2] L. c., p. 72.

[3] L. c., p. 346.

Schluß.

Zum Schlusse möchte ich noch die Hauptergebnisse dieser Arbeit zusammenstellen.

Das *H. perforatum* L. bildet eine größere Formenreihe, welche sich in die vier Subspezies: subsp. *vulgare* Neilr., *latifolium* Koch, *veronense* (Schrank) Beck und *angustifolium* DC. gliedern läßt. Die subsp. *vulgare* Neilr. entspricht der Grund- und Stammform der ganzen Formengruppe. Aus derselben sind wohl die anderen drei Formen sei es durch Anpassung an Klima und Boden (subsp. *veronense* Beck und subsp. *angustifolium* DC.), sei es durch Variation oder Mutation (subsp. *latifolium* Koch) entstanden.

Das *H. maculatum* Cr. zeigt ebenfalls eine große Formenmannigfaltigkeit. Es läßt sich in die drei Subspezies gliedern: subsp. *typicum* m., subsp. *immaculatum* (Murb.) m. und subsp. *erosum* (Schinz) m.

Die subsp. *typicum* m. und subsp. *immaculatum* m. sind Formen der subalpinen und alpinen Region, die subsp. *erosum* eine Form der tieferen Region.

Bei allen drei Subspezies konnten ferner noch Formen mit hell-punktierten und nicht punktierten Blättern unterschieden werden.

Die beiden Subspezies *typicum* m. und *erosum* m. sind pflanzengeographisch als Berg- und Talform voneinander geschieden.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Formen lassen sich aus den Verschiedenheiten der klimatischen und Standortsverhältnisse der Höhen- und der Talregion erklären.

Phylogenetisch ist die subsp. *erosum* m. primär von der subsp. *typicum* m. durch Anpassung an die Talregion abzuleiten.

Die subsp. *typicum* m. ist jedoch primär wohl nur auf das *H. perforatum* L. als Stammform zurückzuführen und jedenfalls durch Umprägung des letzteren in der Alpenregion entstanden.

Die subsp. *immaculatum* m. ist eine auf dem Balkan endemische Form, welche wohl durch Spezialisierung aus der subsp. *typicum* m. hervorgegangen ist.

Ferner bildet sowohl die subsp. *typicum* m. als auch die subsp. *erosum* m. mit *H. perforatum* L. und *H. acutum* Mnch. Bastarde. Zu betonen ist, daß das *H. Desetangsii* Lamotte *α genuinum* Bonnet dem *H. maculatum* Cr. × *H. perforatum* L. entspricht.

Das *H. acutum* Mnch. variiert in relativ geringem Maße; die Form *β rotundifolium* (Willk. et Lange) m. desselben repräsentiert jedoch allem Anschein nach eine geographische Rasse.

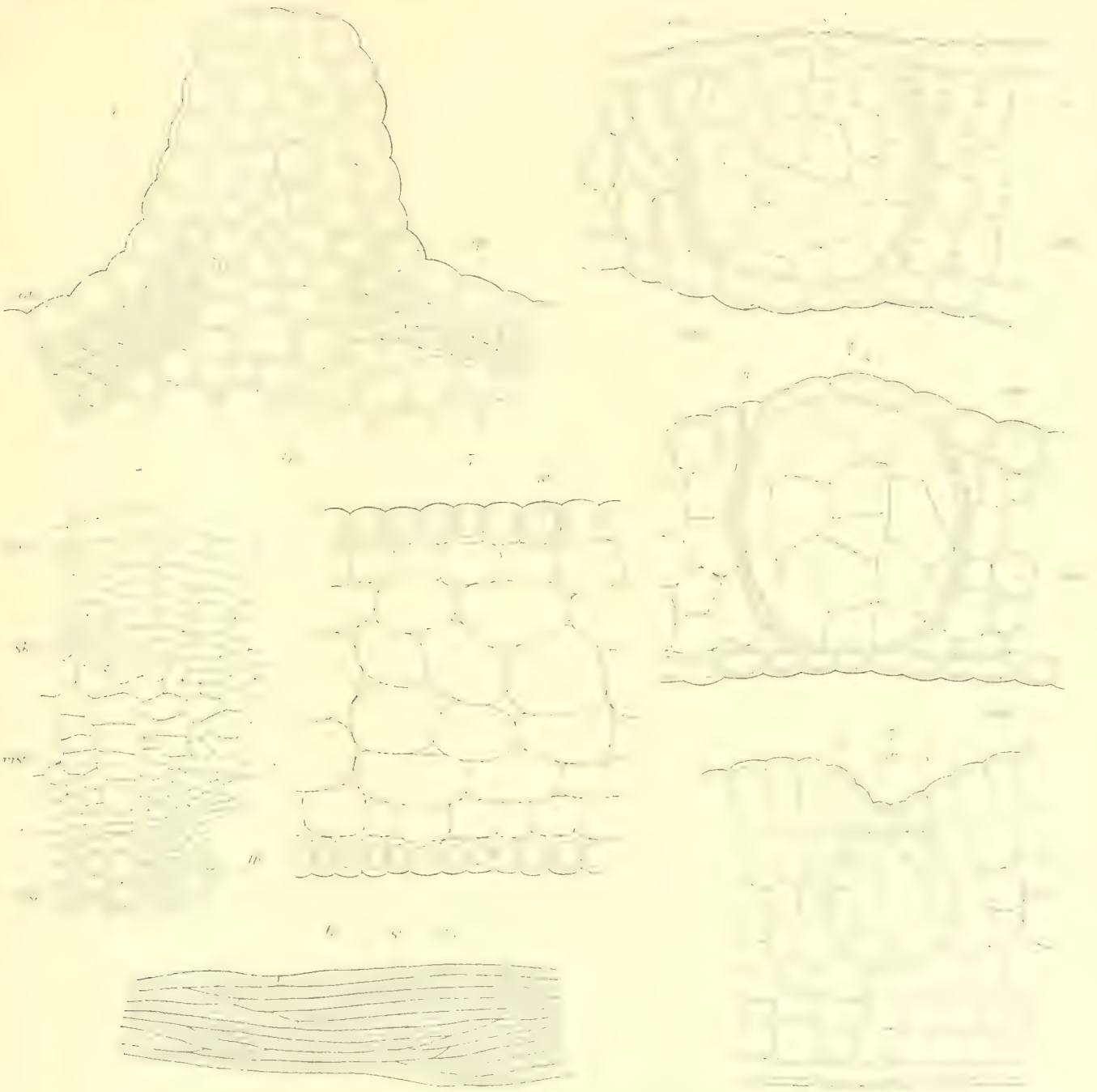
An das *H. acutum* Mnch. schließt sich eine Gruppe näher verwandter Formen an, das *H. undulatum* Schousb., *H. tenellum* Tausch u. a. Diese Formen möchte ich noch einem genaueren Studium empfehlen.

Literaturverzeichnis.

Beck, I, Flora von Niederösterreich, II, 1 (1892).
— II, Flora von Südbosnien, VII, in Ann. nat. Hofm., Bd. X (1895).
Boissier, Fl. Or., I (1867).
Bonnet, Bull. soc. bot. Fr., t. 25, p. 277 (1878).
Bonnier, Adapt. au climat alpin, Ann. sc. nat., VII. sér., t. XX (1895).
Brügger, Wildwachsende Pflanzenbastarde der Schweiz, p. 69 (1881).
Burnat, Fl. alp. mar., II, p. 26 (1896).
Buchenau, Flora von Nordwestdeutschland, p. 346 (1894).
Čelakowský, Prodr. Fl. Böhm. (1867 bis 1881).
Crantz, Stirp. austr., fasc. 2 (1769).
De Bary, Vergleichende Anatomie (1877).
De Candolle, I, Fl. France, V. Bd., p. 630 (1815).
— II, Prodr., I. Bd. (1824).
Douliot, Rech. sur le periderme, Ann. sc. nat., VII. sér., t. X, p. 343 bis 345 (1889).
Du Moulin, Österr. bot. Z., p. 390 (1867).
Engler-Prantl, Pflanzenfamilien, III, 6, p. 208.
Fischer, Pericykel, Pringsh. bot. Jahrb., Bd. 35 (1900).
Focke, Pflanzenmischlinge, p. 72 (1881).
Fritsch, Exkursionsfl. für Österreich, II. Aufl. (1909).
Green, Org. of secretion Hyp., Journ. of Linn. soc., XX, p. 451 (1884).
Gussone, Fl. Sic., II, 1, p. 379 (1843).
Haberlandt, Phys. Pflanzenanatomie, I, 1. Aufl. (1884).
— Phys. Pflanzenanatomie, II, 3. Aufl., p. 454 (1904).
Halácsy, Consp. fl. Graec., vol. I, p. 281 (1900).
Hayek, Flora von Steiermark, 1. Bd.
Heuffel, in Flora, p. 626 bis 627 (Bd. 1853).
Höhnel, I, Secretionsorgane der Pflanzen. Diese Sitzungsber., Bd. 84 (1881).
— II, Über Harzröhren und Harzschläuche bei *Hypericum*, Bot. Z., p. 149 bis 152 (1882).

Jenčič, Untersuchung des Pollens hybrider Pflanzen, Österr. bot. Z., 50, p. 1 (1900).
Kerner, Können aus Bastarden Arten werden? Österr. bot. Z., 21, p. 34 bis 41 (1871).
Kexel, Anat. d. Hyper., Cratox., Diss. Erlangen, p. 1 bis 36 (1896).
Knuth, Handbuch der Blütenbiologie.
Koch, I, Deutschlands Flora, Bd. V, p. 349 (1839).
— II, Syn. Fl. Germ. et. Helv., ed. 1, p. 134 (1835).
— III, Syn. Fl. Germ. et Helv., ed. 2, p. 146 (1844).
— IV, Syn. d. Deutschen u. Schw. Fl., 3. Aufl., I (1892).
Kuntze, Fl. Leipzig (1867).
Lamotte, Bull. soc. bot. Fr., t. 21, p. 121 (1874).
Lasch, in Linnaea, Bd. 4, p. 413 bis 415 (1829).
Leblois, Canaux sécr., Ann. sc. nat., VII. sér., t. VI, p. 281 bis 286 (1887).
Ledebour, Fl. Ross. (1842).
Lidforß, Zur Biologie des Pollens, Pringsh. bot. Jahrb., 29, p. 1 bis 38 (1896).
Maly, Flora von Steiermark (1868).
Martinet, Org. sécr., Ann. sc. nat., VI. sér., t. XIV (1871).
Mendel, Versuche über Pflanzenhybriden (Ostw. Klass. ex. Wiss., 121 [1865]).
Mönch, Meth., p. 129 (1794).
Müller, Anat. Verh. Clus., Engler's Bot. Jahrb., Bd. II (1882).
Murbeck, Beiträge zur Kenntnis der Flora Südbosniens und der Hercegovina, p. 152 (1891).
Murmann, Beiträge zur Pflanzengeographie (1874).
Neilreich, Flora von Niederösterreich (1859).
Nolte, Nov. Fl. Hols., p. 69 (1826).
Parlatore, Fl. It., V, p. 512 bis 514 (1872).
Petersen, Vedanatomi, p. 45 (1901).
Pojero, Fl. Sic., t. I, 1 (1886 bis 1888).
Reichenbach, Icones, t. VI (1841).
Rouy et Foucaud, Fl. France, t. III (1896).
Schinz, I, Beiträge zur Kenntnis der Schweizerflora, in Bull. herb. Boiss., sec. sér., Nr. 1, p. 10 bis 23 (Dezember 1902).

Schinz, II, Mitteil. bot. Mus. Univ. Zür., in Viert. nat. Ges. Zür., Bd. 49, p. 231 bis 241 (1904).
Schlosser et Vokutinović, Flora Croat., p. 381 (1869).
Schrank, in Hoppe's Bot. Tasch., p. 95 (1811).
Solereder, I, Holzstruktur, p. 75, 76 (1885).
— II, Syst. Anat. Dicot., p. 134 bis 137 (1899); Ergänzungsband, p. 39 bis 41 (1908).
Steudel, Nomencl. bot., p. 787 (1841).
Tourlet, Descr. quelqu. pl. nouv., in Bull. soc. bot. Fr., t. 50, p. 307 (Mai 1903).
Van Tieghem, Can. sécr., Ann. sc. nat., VII. sér., t. I, p. 47 bis 55 (1885).
Velenovský, Nachtrag zur Flora der Balkanländer (1910).
Vesque, Anat. comp. de l'écorce, Ann. sc. nat., VI. sér., t. 2 (1875).
Vierhapper, Aufzählung der von Prof. Dr. O. Simony im Sommer 1901 in Südbosnien gesammelten Pflanzen (1906).
Waisbecker, Mag. bot. lap., p. 108 (1904).
Weill, Org. sécr. Hyp. calyc., Journ. bot. (1903).
Wettstein, Beitrag zur Flora Albaniens, in Bibl. bot., V, Heft 26 (1892).
Willkomm et Lange, Prodr. Fl. Hisp., III, p. 591 (1880).
Wulff, Über Pollensterilität bei *Potentilla*, Österr. bot. Z., Nr. 10, 11 (1909).



Tafelerklärung.

Fig. 1. *H. perforatum* L. Querschnitt durch eine Hauptleiste des Stengels.
Fig. 2. *H. perforatum* L. Querschnitt durch den basalen Teil des Stengels.
Fig. 3. *H. maculatum* Cr. subsp. *erosum* (Schinz) m. Querschnitt des Blattes mit dunkler Drüse.
Fig. 4. *H. perforatum* L. Querschnitt durch ein Kronblatt; ein dunkler Drüsenstrich getroffen.
Fig. 5. *H. maculatum* Cr. subsp. *erosum* (Schinz) m. Querschnitt durch die Wand des Fruchtknotens.
Fig. 6. *H. perforatum* L. Sklerenchymfaserschicht an der Innenseite der Fruchtwand im Flächenschnitt.
Fig. 7. *H. acutum* Mnch. Querschnitt durch eine Scheidewand der Frucht.

ap = assimilierendes Parenchym; *c* = Cambium; *ep* = Epidermis, *h* = Schutzhülle; *l* = Leptom; *lb* = Libriform; *lu* = Lumen; *mes* = Mesophyll; *mst* = Markstrahl; *oep* = obere Epidermis; *p* = Palisadengewebe; *pe* = Periderm; *rp* = Rindenparenchym; *sch* = Schwammparenchym; *s* = Sekretzellen; *sf* = Sklerenchymfaser; *sk* = Sekretkanal; *uep* = untere Epidermis.

Adriatisches Phytoplankton

von

Dr. **Bruno Schröder** (Breslau).

Mit 16 Textfiguren.

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1911.)

Vom 28. Juli bis 1. August 1909 unternahm der Leiter der Zoologischen Station zu Rovigno, Dr. Th. Krumbach, mit dem Stationsdampfer »Rudolf Virchow« eine Fahrt auf der nordöstlichen Adria, an der auch Prof. Dr. A. Steuer aus Innsbruck, stud. med. Hans Hermes aus Berlin und ich teilnahmen. Der Zweck dieser kleinen Expedition war hauptsächlich, Planktonmaterial zu sammeln, das über das Vorkommen und die Verbreitung schwebender Organismen der Adria Auskunft liefern sollte.[1] Die zwölf mit verschieden großen Gazenetzen gefischten Proben stammen von Orten unweit der istrischen und dalmatinischen Küste her (Fig. 1). Sie wurden meist schon an Bord des Schiffes lebend einer vorläufigen Durchsicht unterzogen und dann für eine spätere genaue Untersuchung in Formol, teilweise auch in Jodalkohol konserviert.

I. Allgemeiner Teil.

1. Horizontale und vertikale Verteilung des Phytoplanktons.

In einer früheren Arbeit (1906) hatte ich bereits Mitteilungen über das Phytoplankton der Adria nach sieben Proben

[1] Über die Planktoncopepoden dieser Fahrt hat bereits Steuer (1910) eine Abhandlung veröffentlicht. Die Bearbeitung des Phytoplanktons erlitt im vorigen Sommer durch meine Teilnahme an einer akademischen Studienfahrt nach Ostafrika eine mehrmonatliche Unterbrechung und konnte deshalb erst jetzt abgeschlossen werden. D. Verf.

gemacht und 1908 einige seltene Schwebepflanzen aus der Adria beschrieben. Jene Untersuchungen und meine jetzigen ergaben, daß die Quantität des Phytoplanktons der Adria, abgesehen von einigen Massenvorkommnissen von *Chaetoceras*

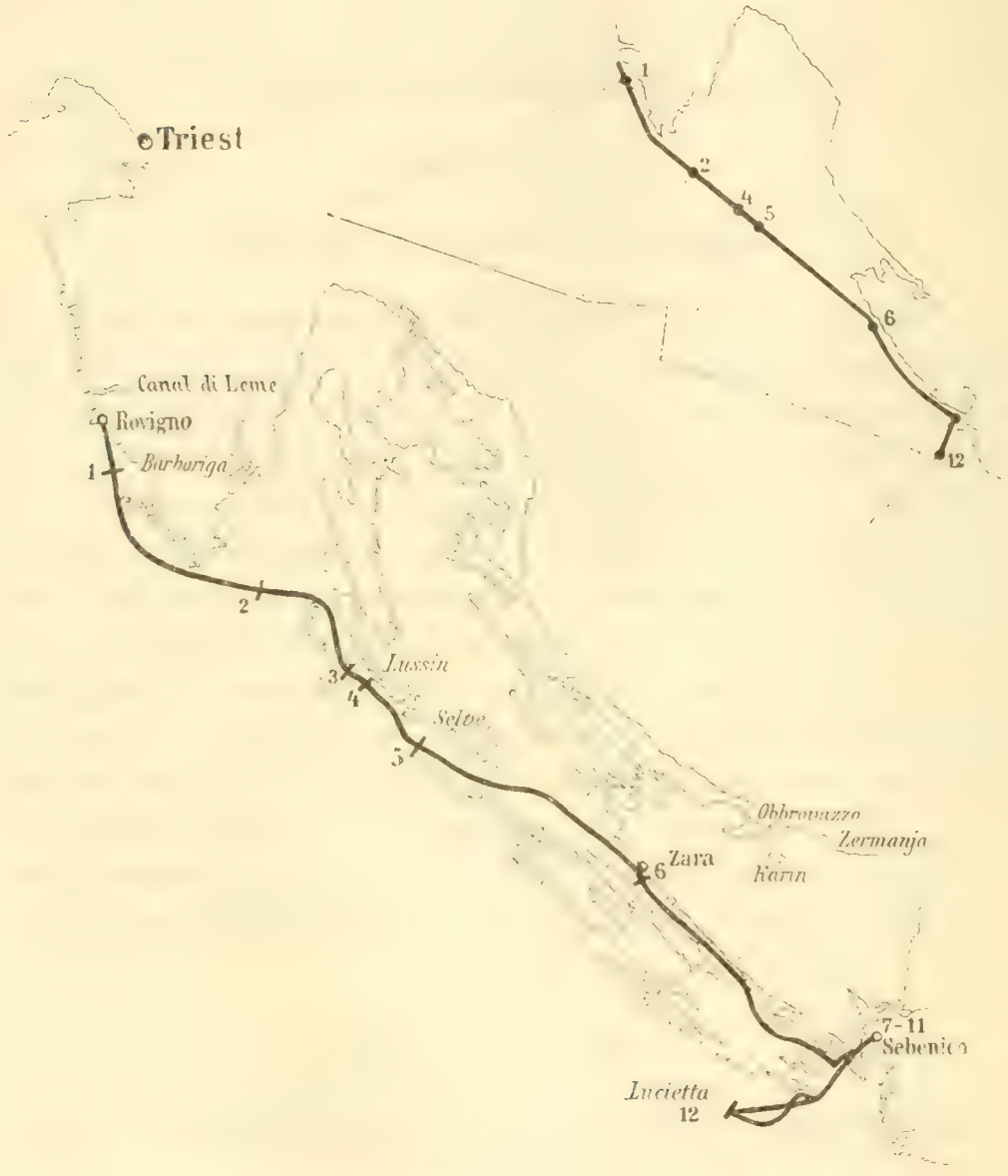


Fig. 1 *a b*.
Reiseroute des »Rudolf Virchow«, 28. Juli bis 1. August 1909. 1 bis 12 Fangstationen. (Rechts oben Planktonrohvolumenkurve nach Steuer.)

und anderen Arten, zu gewissen Zeiten (siehe Forti, 1906), eine sehr geringe ist, und zwar um so geringer, je weiter man nach Süden zu kommt. Daß die Adria zu »den in quantitativer Hinsicht armen Warmmeeren« gehört, hat Steuer (l. c., 1910)

auch durch Messungen nachgewiesen und die relative Abnahme am Volumen des Planktons ist von ihm in einer Rohvolumenkurve (Fig. 1 *b*) bildlich dargestellt worden.

Dagegen ist das Phytoplankton der Adria in qualitativer Hinsicht ähnlich wie das, welches ich im Golf von Neapel (1900) und im Ionischen Meer (1906) kennen lernte, als ein reichhaltiges und durchaus polymiktes zu bezeichnen, das nach Süden zu immer reicher an Formen wird, ganz wie dies Steuer (l. c., p. 3 und 4) auch für das Copepodenplankton der Adria festgestellt hat. Während ich in den Proben 1 bis 6 unserer Fahrt 40 bis 50 Arten von Schwebepflanzen auffinden konnte, betrug die Zahl derselben bei Station 12 Lucietta 119. Dabei trat keine einzige Art dominierend auf, die meisten fanden sich nur vereinzelt oder einige sehr selten.

Der Reichtum an Arten der Schwebepflanzen auf Station 12 dürfte besonders darin seinen Grund haben, daß diese Probe aus einer Tiefe von 200 *m* aufwärts stammt; zeigten doch auch meine Fänge im Golf von Neapel erst dann einen größeren Artreichtum, wenn ich mit dem Netz auf 200 bis 250 *m* Tiefe hinabging. Die intensive und dauernde Sonnenbestrahlung südlicher Meere mit ihrem den größten Teil des Jahres unbewölkten Himmel mag wohl die Ursache sein, weshalb im Sommer eine Anzahl von Phytoplanktonten die warmen, lichtdurchfluteten oberflächlichen Wasserschichten meidet. Die Planktonformen der oberen, bis 30 *m* tief gehenden Wasserschichten hat Lo Bianco (1903) als Phaoplankton denjenigen der tieferen, dem Knephoplankton, gegenübergestellt. Die Schwebepflanzen des Phaoplanktons der Adria haben größtenteils nur geringe Körpergröße und scheinen gegen Schwankungen der Temperatur und des Salzgehaltes des Seewassers wenig empfindlich zu sein. Zu ihnen gehören die Formen der Proben von Fangstation 1 bis 4 und 6.

Für das Knephoplankton, das empfindlicher gegen Licht, Wärme und Schwankungen des Salzgehaltes ist, sind einige Formen von Station 12 charakteristisch, und zwar von Bacillariaceen: *Rhizosolenia Castracanei, Gossleriella radiata, Chaetoceras criophilum* forma *volans* und *Ch. neapolitanum*; von Peridiniaceen: *Amphisolenia bidentata, A. palmata,*

Ceratium inflexum forma *claviceps, C. platycorne, C. limulus* und *Steiniella mitra.*

Daß übrigens auch pflanzliches Knephoplankton infolge von Strömungen und unterstützt von heftigen Südostwinden (Scirocco) ausnahmsweise in weiter nördlich gelegene flache Teile der Adria zu gewissen Zeiten verbreitet werden kann, zeigt das Vorkommen von *Amphisolenia bidentata* (11. Dezember 1901), *Amphisolenia palmata* (23. November 1902) und *Steiniella mitra* (28. November 1901) bei Rovigno, wo ich sie früher in Proben, die in der Station aufbewahrt waren, gefunden habe. Diese Formen sind dann als allogenetische Formen aufzufassen. Ihre Zahl wird sich bei genauerer Kenntnis der Zusammensetzung des Phytoplanktons in den verschiedenen Monaten eines Jahres oder mehrerer Jahre noch vermehren lassen. Unter den Copepoden haben bereits Claus und Steuer (l. c., p. 7, 8) allogenetische Formen in der nördlichen Adria besonders zur Winterszeit nachgewiesen.

Bezüglich der Corrente an der Südostküste von Lussinpiccolo (Station 3) sei folgendes hervorgehoben: Das makroskopische Aussehen der Planktonprobe von dieser Station war ein anderes als das der übrigen Proben, die in der Konservierungsflüssigkeit weiß aussahen, während die Probe aus der Corrente eine schmutziggraue Farbe hatte und gröbere Verunreinigungen von Ruß zeigte. Auch der mikroskopische Befund ergab sehr viel Staubteile und Schmutzbrocken, Schmetterlingsschuppen, Chitinbruchstücke, Pflanzenfasern, Epidermishaare von Pflanzen von verschiedener Gestalt, vielgekammerte, keulenförmige, dunkelbraune Pilzsporen und Kiefernpollen, ebenso Samen von Korbblütlern, die sämtlich durch den Wind aufs Meer geweht sind und in der Corrente zusammentreiben. Von Peridiniaceen waren *Ceratium massiliense* und besonders dessen Varietät *protuberans* sehr häufig und überwiegend, aber auch *Ceratium candelabrum, C. extensum, C. furca, C. fusus* und *Goniodoma polyedricum* waren zahlreich vertreten, von Bacillariaceen überwog *Rhizosolenia calcar-avis*; sonst fanden sich noch häufig *Guinardia flaccida, Hemiaulus Haucki, Rhizosolenia gracillima, Rh. Stolterfothi* und *Thalassiothrix Frauenfeldi*, spärlich waren die sonst in der Adria

häufigen Arten von *Chaetoceras* vertreten. Über das Tierleben der Corrente hat Steuer (l. c., p. 5) genauere Mitteilungen gegeben.

2. Phytoplankton des Brackwassers.

Die Bucht von Sebenico verengt sich nordwestlich zu einem 1 bis 2 *km* breiten, erst 36 und schließlich 32 *m* tiefen Kanal, der den Abfluß des bis 19 *m* tiefen Prokljansees[1] aufnimmt, in welchen unterhalb von Scardona die Krka einmündet. Auf dieses Gebiet entfallen die Fangstationen 7 bis 11. Das Seewasser nimmt, je näher man auf Scardona zu kommt, an Salzgehalt immer mehr ab. Besonders gilt dies, wie Messungen an geschöpften Wasserproben mit dem Aräometer zeigten, für die oberflächlichen Schichten, die im Prokljansee bei Station 9 und 10 schon stark ausgesüßtes Wasser aufwiesen, während Züge mit dem Schleppnetz bei Station 9 das außerordentlich reiche Vorhandensein einer marinen Chlorophycee: *Valonia* und das Vorkommen von Jugendformen von Seeigeln, Schlangensternen und Seegurken im Schlamme des Seebodens aufwiesen, die sämtlich auf über dem Seegrunde befindliche Salzwasserschichten schließen lassen. Auch die Uferflora zeigte namentlich bei Scardona deutlichen Süßwassercharakter durch das Auftreten von *Juncus* und *Phalaris*.

Schon bei San Vito (Station 7) ließen sich die ersten Spuren einer Brackwasserflora, des Hyphalmyroplanktons, erkennen, und zwar durch zahlreiches Auftreten von drei Peridiniaceen, deren Formen bisher aus reinem Haliplankton nicht bekannt sind, nämlich *Ceratium aestuarium* nov. spec., *C. dalmaticum* nov. spec. und *Dinophysis homunculus* var. *gracilis* nov. var. Diese drei Formen möchte ich wenigstens vorläufig für das Brackwasser des Prokljansees als charakteristisch bezeichnen.

Sonst war in der Probe von Station 7 nichts Auffälliges zu bemerken. Die Artenzahl der gefundenen Schwebeformen betrug 62, wobei die Peridiniaceen an Artenreichtum vor-

[1] Maßangaben nach: Generalkarte, Blatt 1, Adriatisches Meer, Ausgabe Dezember 1892, hydrographisches Amt der k. u. k. Kriegsmarine, Seekartendepot Pola, Nr. 6303.

herrschten (37), Bacillariaceen waren nur 24 Arten vorhanden. Weit stärker zeigt sich der Einfluß des Brackwassers schon bei Lukš durch das Auftreten von limnetischen Schizophyceen, z. B. durch *Chroococcus limneticus, Merismopedia glauca* und

Fig. 2.
Die Fangstationen (7 bis 11) in der Krka und im Prokljansee.

tenuissima, Coelosphaerium Kützingianum und *Gomphosphaeria lacustris*, ferner durch vereinzelte *Oscillatoria*-Fäden und besonders durch das häufige Auftreten von *Euglena viridis*. Die drei vorhin genannten Brackwasserperidiniaceen waren sehr häufig. Auch hier überwiegen die Peridiniaceen in Artenzahl (28), es fanden sich nur 21 Bacillariaceen. Im Prokljansee waren die Verhältnisse ähnlich, nur ging die Zahl der Peri-

dineenarten auf 19 Arten herunter, während die marinen Bacillariaceen fast vollständig fehlten. Dagegen waren *Ceratium fusus* var. *seta, C. inflexum, C. furca* und die drei Brackwasserperidineen sowie *Protoceratium reticulatum* recht häufig. Vor Scardona endlich waren die marinen und die brackwasserliebenden Peridiniaceen nur noch mit 16 Arten vertreten, doch fand sich hier ein limnetisches *Ceratium*, nämlich *C. hirundinella*, außerdem Süßwasserbacillariaceen, wie *Lysigonium varians*, *Melosira subflexilis*, ebenso *Pediastrum Boryanum* und verschiedene Fäden von Zygnemaceen des Süßwassers.

Faßt man kurz die Ergebnisse meiner Beobachtungen am Brackwasser im Gebiet des Prokljansees am 29. Juli 1909 zusammen, so ergibt sich:

I. Beständige Abnahme der Artenzahl (von 62 auf 16) der marinen Schwebeformen, insbesondere aber der Bacillariaceen, je näher man Scardona kommt.

II. Unvermitteltes Auftreten von besonderen Brackwasserformen, z. B. *Ceratium dalmaticum*, *C. aestuarium* und *Dinophysis homunculus* var. *gracilis* im ganzen Gebiete von Station 7 bis 11.

III. Vereinzeltes Vorkommen von limnetischen Schizophyceen, Bacillariaceen, grünen Flagellaten, *Pediastrum* und Zygnemaceenfäden.

3. Boreale Typen im Phytoplankton der Adria.

Das Vorkommen von *Nephrops norvegicus*, dem »Scampo«, in der Adria regte die Frage nach dem Vorhandensein noch anderer borealer Typen in diesen südlichen Gewässern an. Car (1900) entdeckte an der Mündung des Flusses Zrmanja in die Adria im Brackwasser zwei litorale Copepoden, die bisher nur aus kälteren Teilen von Nordwesteuropa bekannt waren. Weitere Angaben über boreale Typen unter den Copepoden des Mittelmeeres und besonders der Adria hat Steuer (l. c., p. 11 bis 13) angeführt.

Auch unter dem Phytoplankton kommen in den Proben von unserer Fahrt Formen vor, die man als boreale Typen bezeichnen muß. Sie sind teilweise in anderen Gebieten des Mittelmeeres ebenfalls aufgefunden worden. (v. Daday, 1887,

Schröder, 1900 und 1906, Pavillard, 1905.) Das Auftreten nordischer Formen der Schwebepflanzen im Warmwassergebiete, das man bisher nicht genügend zu erklären vermag, ist dadurch unbedingt festgestellt. Unter den Bacillariaceen der Adria sind es beispielsweise: *Lauderia annulata*, *Chaetoceras criophilum*, *Thalassiothrix nitzschioides*, *Asterionella japonica*, unter den Peridiniaceen: *Dinophysis acuta*, *D. rotundata*, *Protoceratium reticulatum* und *Peridinium quarnerense*. Paulsen (1908) bezeichnet diese Formen der Peridiniaceen sämtlich als boreale und Cleve (1900, p. 239) wollte es nicht für möglich halten, daß *Dinophysis acuta* im Mittelmeer vorkommt, wo es von v. Daday aufgefunden worden war. Außer diesem hat aber Pavillard (1905, l. c., p. 59) das Vorhandensein dieser Borealform im l'Étang de Thau am Golf von Lyon sichergestellt und auch in den Proben von Station 7, 8 und 12 ist *D. acuta* enthalten. *Peridinium quarnerense*, das bereits Stein (1885, Taf. 9, Fig. 8) aus dem Quarnero abbildet und das seitdem auch im Golf von Neapel und von Broch (1910) als charakteristische Hauptform im Herbstmaximum in Val di Bora bei Rovigno nachgewiesen wurde, ist identisch mit *P. cerasus* Paulsen, das in der Nordsee und bei Island gefunden wurde.[1] Mit Obigem werden die borealen Typen der Schwebepflanzen in der Adria sicher noch nicht erschöpft sein, aber es dürfte bei unserer geringen Kenntnis der Verbreitung der Schwebepflanzen vorläufig verfrüht erscheinen, weitere Angaben zu machen, da man über den Charakter mancher Formen besonders als Ubiquisten noch im unklaren ist.

4. Über einige Schwebeeinrichtungen des adriatischen Phytoplanktons.

Von den mancherlei Schwebeeinrichtungen, die die verschiedenen Vertreter des Phytoplanktons aufweisen, sei kurz auf folgende hingewiesen.

[1] Broch (1910, p. 199) hält *P. quarnerense* für »eine subtropische bis tropische Art, die mit dem atlantischen warmen Wasser bis in die Nordsee und bis Island vordringt«. Ob also *P. quarnerense* eine boreale Form des Mittelmeeres ist, dürfte noch fraglich sein.

a) Gallertbildungen.

Bei *Chaetoceras Whighami* fand ich in der Probe von Station 1 eine unregelmäßig ausgebuchtete Gallerthülle, die durch Einbettung der *Chaetoceras*-Ketten in flüssige Tusche und durch Tinktion mit sehr verdünntem Methylenblau sichtbar gemacht wurde (Schröder 1901). Die Gallertmassen, die sehr zart und weich sind, erfüllen auch die sogenannten Fensterchen zwischen den Zellen der Kette. Die Hörner sind

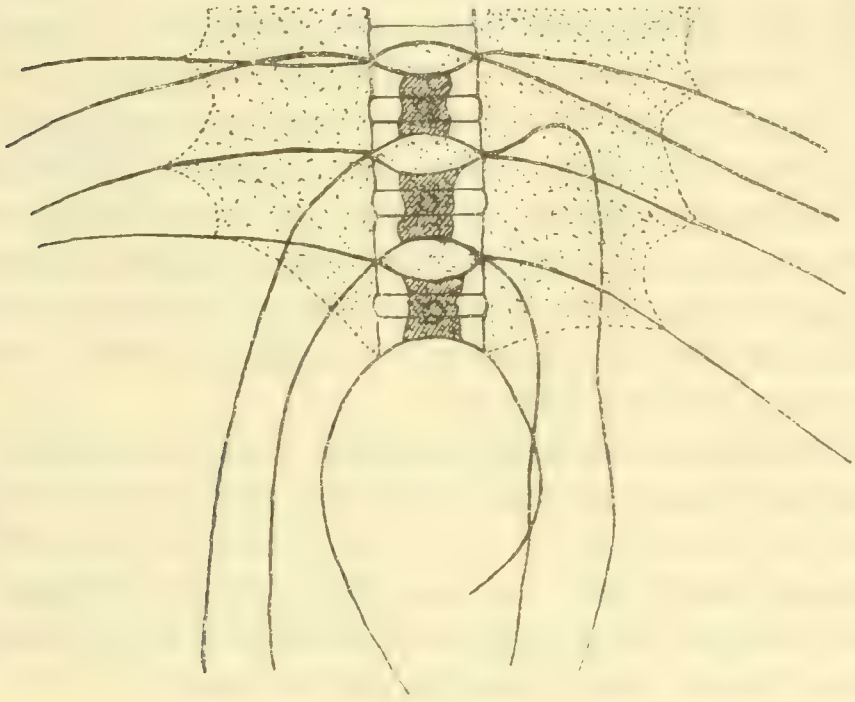


Fig. 3.
Chaetoceras Whighami Btw. mit Hüllgallert. Zeiß. Ölimmersion $^1/_{12}$. Oc. 2. (Auf $^2/_3$ verkleinert.) In Tusche.

nur vom Grunde bis etwa zur Hälfte in die Gallerte eingeschlossen, während der äußere Teil frei davon bleibt. (Fig. 3.)

b) Schwebefäden.

An frischem oder auch an gut konserviertem Material sieht man bei *Chaetoceras diversum* am besten bei Trockenpräparaten oder solchen, die mit Fuchsin oder Thionin gefärbt sind, aus den dicken, hohlen Hörnern einen sehr feinen, für gewöhnlich nicht wahrnehmbaren Faden hervortreten, der entweder gerade oder unregelmäßig gebogen ist. Er erinnert an ähnliche Gebilde, wie sie an den Hörnern von limnetischen *Pediastrum*-Arten

(z. B. Var. von *P. duplex*) beobachtet worden sind. Zacharias (1898, p. 716, Fig. 1 bis 3) fand Fadenbüschel an den Hörnern der Randzellen von *P. duplex* Meyen. Er sandte mir seinerzeit eine Probe davon zur Ansicht, und ich konnte mich sowohl an in destilliertem Wasser eingebetteten Exemplaren als an Trockenpräparaten von dem Vorhandensein dieser Fadenbüschel überzeugen. Mehr noch als diese Fadenbüschel entspricht obigem Gebilde bei *Chaetoceras diversum* ein unregelmäßig gekrümmter Faden, den Lemmermann (1910, p. 312, Fig. 6) bei *Pediastrum clatratum* (Schröter) Lemmermann zeichnet, dessen hohle Randzellenhörner in eine Röhre enden wie bei *Ch. diversum*. Lemmermann nennt den Faden »Pseudoflagellum«. Über die chemische Natur dieses feinen Fadens bei *Chaetoceras* kann ich nur mitteilen, daß er bei Anwendung von konzentrierter Schwefelsäure oder starker Kalilauge verschwindet, demnach also nicht oder nur wenig verkieselt ist. Ob der Faden aus Cytoplasma besteht, konnte ich nicht nachweisen. (Fig. 4.)

Merkwürdigerweise wiesen auch einige Exemplare von *Chaetoceras furca* im frischen Material von Station 12 fadenförmige Bildungen auf, die von den Spitzen der Gabelhörner ausgingen, deren jedes in einen feinen, dünnen Fortsatz auslief, der zweimal so lang als die Gabelzinken und mit dem des Nachbarzinkens ziemlich parallel gerichtet war.

c) Kettenbildung.

Als Mittel zur Erhöhung der Schwebfähigkeit wird auch die Kettenbildung bei planktonischen Organismen angesehen, die unter den Peridiniaceen besonders bei der Gattung *Ceratium* häufiger vorkommt. Besonderes Interesse für die Morphologie der Ceratien haben die sogenannten »heteromorphen« Ketten (Lohmann, 1908) hervorgerufen, die bereits von Bergh (1882) bei *Ceratium tripos* beschrieben wurden. Auch in den Proben von unserer Fahrt beobachtete ich bei verschiedenen Arten von *Ceratium* Bildung von zwei- und mehrgliedrigen Ketten, jedoch geht, soweit es sich bis jetzt an den Ceratien der Adria beurteilen läßt, die Heteromorphie der Kettenglieder einer Art nie so weit, wie dies Bergh und Lohmann für die Ostsee

angeben. Jörgensen (1911, p. 6) betrachtet eine derartig auffallende Heteromorphie des baltischen *Ceratium tripos* als eine »Rückbildung oder Deformation«, und er vermutet, daß das »wenig salzige Wasser der Ostsee eine Rolle dabei spiele«.

Noch am weitesten heteromorph waren die bis fünfgliedrigen Ketten von *C. massiliense* var. *protuberans* von Station 4. Ihre Heteromorphie zeigte sich namentlich durch

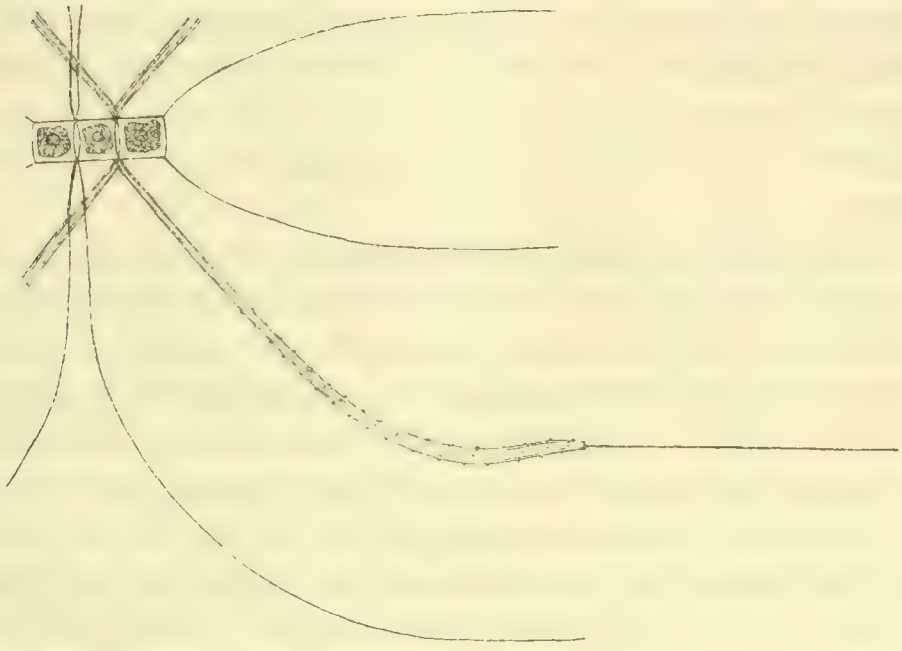


Fig. 4.

Chaetoceras diversum mit Schwebfäden. Ölimmersion $^1/_{12}$. Oc. 4, Zeiß. Methylenblaufärbung. (Auf $^1/_2$ verkleinert.)

geringere Länge des Vorderhornes und besonders der Hinterhörner. Unwesentlich waren die Gestaltveränderungen bei der Hauptform *C. massiliense* von derselben Station. Das gleiche gilt von *C. pentagonum*, bei dem nur das Vorderhorn der einzelnen Kettenglieder ungleiche Länge zeigt, während *C. furca* von Station 1 durchaus ganz gleichartige Individuen in der Kette aufwies, so daß man eine solche Kette direkt als »homomorph« bezeichnen muß, ebenso wie die Kette von *C. candelabrum* var. *dilatata* (Pouchet, 1883, Taf. 18, 19, Fig. 1 *a*, und Jörg., 1911, Taf. 1, Fig. 4 und 5).

d) Bündelbildung.

Eine andere und bei *Ceratium*-Arten bisher wenig gekannte Anordnung von mehreren (3) Individuen zu Bündeln fand ich bei *Ceratium extensum* von Station 4. Die Exemplare lagen mit ihren Zellkörpern dicht aneinander, während die langen Hörner nach außen etwas divergierten. Leider war es mir nicht möglich, eine Zeichnung von diesem Bündel zu entwerfen, da das Präparat bei der Tinktion verunglückte und es mir trotz wiederholtem Suchen nicht gelang, ein zweites Bündel aufzufinden. Bei einem *Ceratium* der Sectio *Inflata* zeichnet übrigens Pouchet (1883, Taf. II, Fig. 5, 6) auch schon Exemplare, die in ähnlicher Weise zu zweien zusammenhängen.

Diese Bildung von bündelförmigen Kolonien ist darauf zurückzuführen, daß nach der Zellteilung die jungen Zellen mit der alten ein Stück zusammengewachsen bleiben. Derartige Kolonien aus zwei Individuen sind bei *Ornithocercus quadratus* (Schröder, 1900, p. 20. Taf. 1, Fig. 15), ferner bei *Dinophysis homunculus* festgestellt worden, bei welchen gewöhnlich nur zwei Individuen zusammenhängen. Ein dreigliedriges Bündel von *Dinophysis miles* zeichnet Karsten (1906, Taf. 47, Fig. 8) und besonders zahlreich sind die Individuen des Bündels von *Dinophysis miles*, die Weber van Bosse (1901) aus dem malayischen Archipel darstellt. Der Verwachsungsstreifen, mit dem die einzelnen Exemplare einer Kolonie zusammenhängen, ist bei den betreffenden Exemplaren von *Ornithocercus quadratus* und von *D. homunculus* und *miles* auch nach der Trennung der Individuen noch deutlich wahrnehmbar.

5. Epiplankton.

Bei der Bearbeitung der auf unserer Fahrt gefischten Planktonproben fanden sich verschiedene tierische Organismen auf pelagischen Bacillariacen, deren Schwebevermögen von jenen Tieren ausgenützt wird, aber auch eine für gewöhnlich litorale Bacillariacee hatte sich auf Copepoden festgesetzt, um eine schwebende Lebensweise zu führen.

Auf *Dactyliosolen tenuis* bemerkte ich namentlich in der Probe von Station 12 konstant einen wohl tierischen Epiplanktonten, den Gran (1895, p. 25, Fig. 27) gezeichnet hat. Er stellt unregelmäßige, rundliche Klümpchen von feinschaumiger Beschaffenheit und gelblichgrauer Farbe dar, die dicht den Zellen eines Fadens von *Dactyliosolen* aufsitzen. An lebenden Exemplaren, deren Entwicklungsgang zu untersuchen ist, wird sich erst feststellen lassen, womit man es hier zu tun hat.

Chaetoceras tetrastichon wird in den Proben von Station 5, 7 und 12 von einem Rädertier, nämlich *Tintinnus inquilinus* O. F. Müller, bewohnt, das nur selten auf dem genannten *Chaetoceras* fehlte. Die Hülse dieser Tintinne liegt zwischen den Hörnern des *Chaetoceras* nahe an den Zellen, wie dies v. Daday (1887, p. 528, Taf. 18, Fig. 10) abbildet.[1] Ich wurde früher schon auf dieses Rädertier im Golf von Neapel und im Ionischen Meer aufmerksam, und auch Pavillard (1905, p. 69) hat es gefunden; aus der Nord- und Ostsee ist es schon seit lange bekannt. Andere *Chaetoceras*-Arten scheinen von *T. inquilinus* nicht bewohnt zu werden.

Eine peritriche Ciliate sah ich öfters in Proben von Station 5 und 12 ausschließlich auf *Chaetoceras densum*. Zacharias hat diesen Epiplanktonten (1906, p. 16) als *Vorticella ozeanica* benannt und kurz beschrieben. Er fand ihn einmal zu zweien auf einer nicht näher bestimmten *Chaetoceras*-Art in Material vom 3. April 1905 aus der Sargassosee (31° n. Br. und 38° w. L.). In den oben genannten Proben kam *Ch. densum* zwar mehrfach, aber stets vereinzelt vor und war aber immer mit jener *Vorticella* besetzt, von der sich ein bis fünf Exemplare angesiedelt hatten. Der Körper der durch das Konservierungsmittel etwas kontrahierten *Vorticella* war mehr oder weniger flachgedrückt kugelig, 26 bis 30 μ breit und 18 bis 24 μ lang. Die Cilien der adoralen Wimperspirale waren

[1] Beobachtet man einen lebenden *Tintinnus inquilinus* auf *Chaetoceras tetrastichon* im hängenden Tropfen, so bemerkt man, daß der *Tintinnus* mit dem *Chaetoceras* in lebhaft rotierenden Bewegungen (bald rechts, bald links drehend) vor- und rückwärts schwimmt, wodurch also das *Chaetoceras* eine relativ rasche Ortsbewegung erhält und reine Chromatophoren von allen Seiten belichtet werden.

merkwürdigerweise nicht eingezogen, wie dies sonst bei getöteten Exemplaren geschieht, sondern ragten in einer Länge von 9 bis 12 μ leicht gebogen vom Glockenrand aufwärts. Dagegen war der Stiel der *Vorticella* fast immer engspiralig kontrahiert, und nur bei wenigen der beobachteten Exemplare waren die Spiralwindungen weiter auseinandergezogen; niemals war der Stiel gestreckt. Die kräftigen, stachelbewehrten Hörner von *Ch. densum* mögen für die *Vorticella* als ein gutes Schutzmittel gegen das Verzehrtwerden von anderen Tieren dienen, während durch die schwebende Lebensweise ein günstiges Mittel zur Ernährung und zur Verbreitung gegeben ist.[1]

Daß umgekehrt auch pflanzliche Organismen pelagische Tiere als Träger benützen, zeigt das Vorkommen von einer auf verzweigten Gallertstielen sitzenden Bacillariacee, nämlich der *Licmophora Lyngbyei* (Kütz.) Gran, auf verschiedenen Copepoden, z. B. *Corycaeus brehmi* Steuer, *C. obtusus* Dana und *rostratus* Claus von Station 6, auf das mich Steuer aufmerksam machte, der mir ein solches Präparat zusandte. Giesbrecht hat bereits dieses Zusammenleben der *Licmophora* mit einem Copepoden abgebildet, nämlich auf *Corycaeus elongatus* Claus. Für gewöhnlich leben die Licmophoren als Epiphyten auf Tangen, Seegras oder Hydroiden der Litoralregion. Auf dem Copepoden gerät diese Form in das Plankton.

[1] In einem Fange aus Val di Bora bei Rovigno vom 17. Juli 1911 sah ich eine zehngliedrige Kette von *Chaetoceras densum* mit 24 Exemplaren von *Vorticella ozeanica* besetzt. Die lebenden Vorticellen zeigten im ausgestreckten Zustande einen schwach undulierten, langen Stiel (10 bis 12 mal so lang als der Längsdurchmesser der Glocke). Die Glocke war im nicht kontrahierten Zustande schüsselförmig und 3 mal so lang als breit.

II. Spezieller Teil.

A. Fangjournal.

Station 1: Vor Barbariga, 1 h nachts, 28. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

1. *Asterolampra marylandica* Ehrenb. *rr*[1]
2. *Asteromphalus flabellatus* Grev. *r*
3. *Bacteriastrum elongatum* Cleve *c*
4. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder *c*
5. *Chaetoceras contortum* Schütt +
6. *Ch. curvisetum* Cleve (cum spor.) +
7. *Ch. densum* Cleve *rr*
8. *Ch. diversum* Cleve *cc*
9. *Ch. Lorenzianum* Grun. *c*
10. *Ch. peruvianum* Btw. *c*
11. *Ch. Wighami* Btw. +
12. *Coscinosira mediterranea* nov. spec. *rr*
13. *Dactyliosolen tenuis* (Cleve) Gran *r*
14. *Euodia cuneiformis* (Wall.) Schütt *rr*
15. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Pérag. +
16. *Hemiaulus Haucki* Grun. *c*
17. *Nitzschia seriata* Cleve *r*
18. *Rhizosolenia alata* Btw. +
19. *Rh. calcar-avis* Schultze *c*
20. *Rh. gracillima* Cleve *c*
21. *Rh. pellucida* nov. spec. *rr*
22. *Rh. robusta* Norman *r*
23. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. +
24. *Rh. styliformis* Btr. +
25. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grunow +
26. *Ceratium arcuatum* Gourr. *r*
27. *C. candelabrum* (Ehrb.) Stein *r*
28. *C. candelabrum* var. *dilatata* (Gourr.) Jörg. +
29. *C. carriense* Gourr. *r*
30. *C. carriense* var. *volans* (Cleve) Jörg. —
31. *C. extensum* (Gourr.) Cleve *r*
32. *C. furca* (Ehrb.) Duj. *c*
33. *C. fusus* var. *seta* (Ehrb.) Jörg. *c*
34. *C. inflexum* Kofoid *r*
35. *C. macroceras* (Ehrb.) Cleve *rr*
36. *C. massiliense* Gourr. *r*
37. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. *r*
38. *C. pennatum* Kofoid *r*
39. *C. pentagonum* Gourr. *r*
40. *C. pulchellum* Schröder *r*
41. *C. reticulatum* (Pouchet) Cleve *r*
42. *C. strictum* (Okam. et Nishikawa) Kofoid *r*
43. *C. trichoceras* (Ehrb.) Kofoid +
44. *Diplopsalis lenticula* Bergh *r*
45. *Exuviella lima* (Ehrb.) Paulsen *r*
46. *Goniodoma polyedricum* (Pouchet) Jörg. +
47. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard +
48. *G. polygramma* Stein *r*
49. *Ornithocercus magnificus* Stein *rr*
50. *Peridinium adriaticum* Broch *r*
51. *P. conicum* (Gran) Ostenf. et Schmidt *r*

[1] Anmerkung: *rr* = sehr selten, *r* = selten, + = verbreitet, *c* = häufig und *cc* = sehr häufig.

52. *P. crassipes* Kofoid r
53. *P. globulus* Stein rr
54. *P. ozeanicum* Vanhöffen r
55. *P. quarnerense* (Schröder) Broch rr
56. *P. Steini* Jörg. r
57. *P. tristylum* Stein rr
58. *Phalacroma Jourdani* (Gourr.) r
59. *Podolampas palmipes* Stein r
60. *Prorocentrum micans* Ehrb. r

Station 2: Quarnero, Mitte des Südrandes, 5h früh, 28. Juli 1909, 35 m Tiefe.

1. *Asterolampra marylandica* Ehrb. r
2. *Asteromphalus Ralfsianus* (Norm.) Grun. rr
3. *A. flabellatus* Greville r
4. *Bacteriastrum elongatum* Cleve +
5. *B. varians* Lauder r
6. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder c
7. *Chaetoceras anastomosans* Grun. r
8. *Ch. comburtum* Schütt +
9. *Ch. densum* Cleve r
10. *Ch. diversum* Cleve c
11. *Ch. Lorenzianum* Grun c
12. *Ch. peruvianum* Btw. c
13. *Ch. tetrastichon* Cleve r
14. *Ch. Wighami* Btw. r
15. *Coscinodiscus radiatus* Ehrb. r
16. *Coscinosira mediterranea* nov. spec. rr
17. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Pérag. +
18. *Hemiaulus Haucki* Grun. +
19. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder r
20. *Nitzschia seriata* Cleve r
21. *Rhizosolenia alata* Btw. +
22. *Rh. calcar-avis* Schultze (forma *lata* et forma *gracilis* n. f.) +
23. *Rh. gracillima* Cleve +
24. *Rh. pellucida* nov. spec. r
25. *Rh. robusta* Norman r
26. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. +
27. *Rh. styliformis* Btw. r
28. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. c

29. *Amphidinium aculeatum* nov. spec. rr
30. *A. globosum* nov. spec. rr
31. *Ceratium arcuatum* Gourr. r
32. *C. candelabrum* (Ehrb.) Stein (Ketten) r
33. *C. candelabrum* var. *dilatata* (Gourr.) Jörg. +
34. *C. carriense* var. *volans* (Cleve) Jörg. +
35. *C. carriense* var. *ceylanica* (Schröder) Jörg. rr
36. *C. extensum* (Gourr.) Cleve +
37. *C. furca* (Ehrb.) Duj. +
38. *C. fusus* (Ehrb.) Duj. var. *seta* (Ehrb.) Jörg. c
39. *C. inflexum* Kofoid r
40. *C. Karsteni* Pavillard rr
41. *C. massiliense* Gourr. r
42. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. (Ketten) +
43. *C. pennatum* Kofoid rr
44. *C. pennatum* var. *falcata* Kofoid r
45. *C. pentagonum* Gourr. rr
46. *C. pulchellum* Schröder r
47. *C. reticulatum* (Pouchet) Cleve +
48. *C. strictum* Kofoid r
49. *C. trichoceras* (Ehrb.) Kofoid r
50. *Diplopsalis lenticula* Bergh r
51. *Exuviella compressa* (Bail.) Ostenf. r

52. *Glenodinium danicum* Paulsen *rr*
53. *Goniodoma polyedricum* (Pouchet) Jörg. +
54. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard +
55. *G. polygramma* Stein *r*
56. *G. spinifera* Stein *rr*
57. *Oxytoxum Milneri* Murr. et Whitting *rr*
58. *Peridinium adriaticum* Broch *r*
59. *P. crassipes* Kofoid *rr*
60. *P. globulus* Stein *rr*
61. *P. oceanicum* Vanhöffen *r*
62. *P. pentagonum* Gran *rr*
63. *P. quarnerense* (Schröder) Broch *r*
64. *P. Steini* Jörg. *r*
65. *P. tristylum* Stein *r*
66. *Phalacroma hastatum* Pavillard *rr*
67. *Ph. Jourdani* (Gourr.) Schütt *r*
68. *Ph. operculatum* Stein *rr*
69. *Podolampas bipes* Stein *r*
70. *Steiniella fragilis* Schütt *rr*
71. *St. mitra* Schütt *rr*

Station 3: Corrente an der Südostküste von Lussinpiccolo, 10h vormittags, 28. Juli 1908, Oberfläche.

1. *Asteromphalus flabellatus* Grev. *r*
2. *A. Ralfsianus* (Norm.) Grun. *rr*
3. *Bacteriastrum elongatum* Cleve *r*
4. *B. varians* Lauder *rr*
5. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder *r*
6. *Chaetoceras diversum* Cleve *rr*
7. *Ch. Lorenzianum* Grun. *rr*
8. *Ch. peruvianum* Btw. *rr*
9. *Ch. tetrastichon* Cleve *rr*
10. *Coscinodiscus radiatus* Ehrb. *r*
11. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Pérag. +
12. *Hemiaulus Haucki* Grun. +
13. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder *rr*
14. *Nitzschia seriata* Cleve *rr*
15. *Rhizosolenia alata* Btw. *r*
16. *Rh. calcar-avis* Schultze *c*
17. *Rh. gracillima* Cleve +
18. *Rh. robusta* Norman *r*
19. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. +
20. *Rh. styliformis* Btw. *r*
21. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. +
22. *Ceratium arcuatum* Gourr. *r*
23. *C. azoricum* Cleve *r*
24. *C. candelabrum* (Ehrb.) Stein +
25. *C. candelabrum* var. *dilatata* (Gourr.) Jörg. +
26. *C. carriense* var. *volans* (Cleve) Jörg. *r*
27. *C. declinatum* Karsten *r*
28. *C. extensum* (Gourr.) Cleve +
29. *C. furca* (Ehrb.) Duj. +
30. *C. fusus* (Ehrb.) Duj. var. *seta* +
31. *C. inflexum* (Gourr.) Kofoid *r*
32. *C. macroceras* (Ehrb.) Cleve *r*
33. *C. massiliense* Gourret *c*
34. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. *cc*
35. *C. pennatum* Kofoid *r*
36. *C. pulchellum* Schröder *r*
37. *C. trichoceras* (Ehrb.) Kofoid *r*
38. *Ceratocorrys horrida* Stein *rr*
39. *Dinophysis homunculus* Stein *rr*
40. *Goniodoma polyedricum* (Pouchet) Jörg. +
41. *Peridinium adriaticum* Broch *rr*
42. *P. crassipes* Kofoid *r*
43. *P. globulus* Stein *r*
44. *P. pellucidum* (Bergh) Schütt *rr*
45. *P. Steini* Jörg. *rr*
46. *Prorocentrum micans* Ehrb. *rr*

Station 4: Vor Cigale auf Lussinpiccolo, 10h 30m vormittags, 28. Juli 1909, 50 *m* Tiefe.

1. *Asterolampra Grevillei* Wallich *r*
2. *A. marylandica* Ehrenb. *r*
3. *Asteromphalus flabellatus* Grev. +
4. *A. heptactis* (Breb.) Ralfs *r*
5. *Bacteriastrum elongatum* Cleve. +
6. *B. varians* Lauder *r*
7. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder +
8. *Chaetoceras contortum* Schütt *rr*
9. *Ch. curvisetum* Cleve *r*
10. *Ch. diversum* Cleve *r*
11. *Ch. Lorenzianum* Grun. *r*
12. *Ch. peruvianum* Btw. +
13. *Ch. tetrastichon* Cleve *rr*
14. *Coscinodiscus centralis* Ehrbg. *r*
15. *Dactyliosolen tenuis* (Cleve) Gran *rr*
16. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Pérag. +
17. *Hemiaulus Haucki* Grun. (kettenbildend) +
18. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder *r*
19. *Rhizosolenia alata* Btw. *r*
20. *Rh. calcar-avis* forma *lata* et forma *gracilis* Schröder +
21. *Rh. gracillima* Cleve +
22. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. +
23. *Rh. styliformis* Btw. *rr*
24. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. +
25. *Ceratium arcuatum* Gourr. *r*
26. *C. azoricum* Cleve *r*
27. *C. candelabrum* (Ehrb.) Stein *r*
28. *C. candelabrum* var. *dilatata* Gourr. +
29. *C. carriense* var. *volans* (Cleve) Jörg. +
30. *C. declinatum* Karsten *rr*
31. *C. extensum* (Gourr.) Cleve (1 Bündel) +
32. *C. furca* (Ehrb.) Clap. et Lachm. +
33. *C. fusus* var *seta* (Ehrb.) Jörg. +
34. *C. Karsteni* Pavillard *rr*
35. *C. macroceras* subspec. *gallica* (Kofoid) Jörg. *r*
36. *C. massiliense* Gourr. (Ketten) *c*
37. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. (Ketten) *rr*
38. *C. molle* Kofoid *rr*
39. *C. pennatum* Kofoid *r*
40. *C. pentagonum* Ehrenb. (Ketten) *r*
41. *C. pulchellum* Schröder *r*
42. *C. reticulatum* (Pouchet) Cleve *r*
43. *C. strictum* (Okam. et Nishikawa) Kofoid *r*
44. *C. teres* Kofoid *rr*
45. *C. trichoceras* (Ehrb.) Kofoid *r*
46. *Ceratocorys horrida* Stein *rr*
47. *Dinophysis homunculus* Stein *r*
48. *D. ovum* Schütt *rr*
49. *Goniodoma polyedricum* (Pouch.) Jörg. +
50. *Ornithocercus magnificus* Stein *rr*
51. *Peridinium adriaticum* Broch *r*
52. *P. globulus* Stein *r*
53. *P. oceanicum* Vanhöffen *r*
54. *P. quarnerensis* (Schröder) Broch +
55. *P. Steini* Jörg. *r*
56. *Phalacroma mitra* Schütt *rr*
57. *Prorocentrum micans* Ehrb. *r*
58. *Pyrophacus horologium* Stein *rr*

Station 5 *a*: Kanal von Selve, 1^{h} mittags, 28. Juli 1909, 100 *m* Tiefe *b*: ebenda, 6^{h} abends, 31. Juli 1909, 110 *m* Tiefe und Oberfläche.

1. *Asterolampra marylandica* Ehrb. *rr*
2. *Asteromphalus flabellatus* Grev. *r*
3. *Bacteriastrum elongatum* Cleve *r*
4. *Biddulphia mobilensis* Bailey *rr*
5. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder +
6. *Chaetoceras anastomosans* Cleve *rr*
7. *Ch. contortum* Schütt *r*
8. *Ch. curvisetum* Cleve +
9. *Ch. decipiens* Cleve *r*
10. *Ch. densum* Cleve (mit *Vorticella oceanica* Zach.) *r*
11. *Ch. diversum* Cleve +
12. *Ch. laciniosum* Schütt +
13. *Ch. Lorenzianum* Grun. *r*
14. *Ch. peruvianum* Btw. *r*
15. *Ch. Schütti* Cleve *r*
16. *Ch. tetrastichon* Cleve (mit *Tintinnus inquilinus*) *r*
17. *Coscinodiscus centralis* Ehrb. *r*
18. *C. excentricus* Ehrb. *r*
19. *C. stellaris* Roper *r*
20. *Euodia arcuata* Schröder *rr*
21. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Pérag. +
22. *Hemiaulus Haucki* Grun. +
23. *H. chinensis* Cleve *r*
24. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder *r*
25. *Nitzschia seriata* Cleve *r*
26. *Rhizosolenia alata* Btw. +
27. *Rh. calcar-avis* forma *lata* et forma *gracilis* Schröder +
28. *Rh. gracillima* Cleve +
29. *Rh. robusta* Norman *r*
30. *Rh. Shrubsolei* Cleve *cc*
31. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. +
32. *Rh. styliformis* Btw. *rr*
33. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. +

— —

34. *Ceratium arcuatum* Gourr. *rr*
35. *C. azoricum* Cleve *r*
36. *C. candelabrum* var. *dilatata* (Gourr.) Jörg. +
37. *C. carriense* var. *volans* (Cleve) Jörg. *r*
38. *C. extensum* (Gourr.) Cleve *r*
39. *C. furca* (Ehrb.) Duj. —
40. *C. fusus* var. *seta* (Ehrb.) Jörg. +
41. *C. gracile* (Gourr.) Jörg. *r*
42. *C. inflatum* Kofoid *r*
43. *C. inflexum* forma *claviceps* Schröder *rr*
44. *C. longissimum* (Schröder) Jörg. *rr*
45. *C. macroceras* var. *gallica* (Kofoid) Jörg. *r*
46. *C. massiliense* (Gourr.) Jörg. +
47. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. +
48. *C. molle* Kofoid *r*
49. *C. pentagonum* Gourret *r*
50. *C. pulchellum* Schröder *r*
51. *C. reticulatum* (Pouch.) Cleve *r*
52. *C. strictum* (Okam. et Nishikawa) Kofoid *rr*
53. *C. trichoceras* (Ehrb.) Kofoid *rr*
54. *Dinophysis rotundata* Clap. et Lachm. *rr*
55. *Diplopsalis lenticula* Bergh *r*
56. *Exuviella compressa* (Bailey) Ostenf. et Schmidt *r*
57. *Peridinium adriaticum* Broch *r*
58. *P. conicum* Gran *rr*
59. *P. crassipes* Kofoid *rr*
60. *P. oceanicum* Vanhöffen *rr*
61. *P. pellucidum* Schütt *rr*

62. *P. quarnerense* (Schröder) Broch *r*
63. *Phalacroma Jourdani* (Gourr.) Schütt *rr*
64. *Podolampas palmipes* Stein *r*
65. *Prorocentrum micans* Ehrb. *rr*
66. *P. scutellum* Schröder *rr*
67. *Pyrophacus horologium* Stein *rr*
68. *Spirodinium spirale* (Bergh) Schütt *rr*
69. *Pyrocystis lunula* Schütt *rr*
70. *P. pseudonoctiluca* Murray *rr*

Station 6. Südlich von Zara, 8h früh, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

1. *Asteromphalus flabellatus* Grev. *r*
2. *Bacteriastrum elongatum* Cleve +
3. *B. varians* Lauder *r*
4. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder +
5. *Chaetoceras anastomosans* Grun. *r*
6. *Ch. contortum* Schütt *r*
7. *Ch. curvisetum* Cleve +
8. *Ch. decipiens* Cleve *r*
9. *Ch. densum* Cleve *rr*
10. *Ch. diversum* Cleve +
11. *Ch. gracile* Schütt *rr*
12. *Ch. laciniosum* Schütt cum spor. +
13. *Ch. Lorenzianum* Grun. *r*
14. *Ch. peruvianum* Btw. +
15. *Ch. Wighami* Btw. *r*
16. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Pérag. +
17. *Hemiaulus Haucki* Grun. +
18. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder +
19. *Nitzschia seriata* Cleve +
20. *Rhizosolenia alata* Btw. *r*
21. *Rh. calcar-avis* Schultze *cc*
22. *Rh. gracillima* Cleve *c*
23. *Rh. robusta* Norman *r*
24. *Rh. Shrubsolei* Cleve *r*
25. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. *cc*
26. *Rh. styliformis* Btw. +
27. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. *c*
28. *Ceratium arcuatum* Gourr. *rr*
29. *C. arietinum* Cleve *rr*
30. *C. candelabrum* var. *dilatata* Gourr. +
31. *C. carriense* var. *ceylanica* (Schröder) Jörg. *r*
32. *C. carriense* var. *volans* (Cleve) Jörg. *r*
33. *C. extensum* (Gourr.) Cleve +
34. *C. furca* (Ehrb.) Duj. *c*
35. *C. fusus* subspec. *seta* (Ehrb.) Jörg. +
36. *C. gracile* (Gourr.) Jörg. *rr*
37. *C. inflatum* Kofoid *rr*
38. *C. inflexum* (Gourr.) Kofoid *r*
39. *C. Karsteni* Pavillard *rr*
40. *C. macroceras* var. *gallica* (Kofoid) Jörg. *r*
41. *C. massiliense* Gourr. +
42. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. +
43. *C. pentagonum* Gourr. *rr*
44. *C. pulchellum* Schröder *r*
45. *C. reticulatum* (Pouch.) Cleve +
46. *C. trichoceras* (Ehrb.) Kofoid *r*
47. *Dinophysis rotundata* Clap. et Lachm. *rr*
48. *Diplopsalis lenticula* Bergh *r*
49. *Goniodoma polyedricum* (Pouchet) Jörg). *r*
50. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard +
51. *Oxytoxum constrictum* (Stein) Schütt *rr*
52. *O. Milneri* Murr. et Schütt *rr*

53. *Peridinium adriaticum* Broch +
54. *P. conicum* (Gran) Ostenf. et Schmid *rr*
55. *P. crassipes* Kofoid *r*
56. *P. globulus* Stein *r*
57. *P. oceanicum* Vanhöffen *rr*
58. *P. Paulseni* Pavillard *rr*
59. *P. pellucidum* (Bergh.) Schütt *rr*
60. *P. quarnerense* (Schröder) Broch *r*
61. *Phalacroma porodictum* Stein *rr*
62. *Ph. mitra* Schütt *r*
63. *Podolampas bipes* Stein *rr*
64. *P. palmipes* Stein *rr*
65. *Prorocentrum micans* Ehrb. *rr*

Station 7. Bei San Vito (Sebenico), 4h nachmittags, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

1. *Asterolampra Grevillei* var. *adriatica* Grun. *r*
2. *Asteromphalus flabellatus* Greville +
3. *Bacteriastrum elongatum* Cleve +
4. *B. varians* Lauder *r*
5. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder +
6. *Chaetoceras contortum* Schütt +
7. *Ch. curvisetum* Cleve *r*
8. *Ch. diversum* Cleve +
9. *Ch. gracile* Schütt *r*
10. *Ch. Lorenzianum* Grun. *r*
11. *Ch. peruvianum* Btw. +
12. *Ch. Schütti* Cleve *r*
13. *Ch. tetrastichon* Cleve mit *Tintinnus inquilinus* O. F. Müller *r*
14. *Dactyliosolen tenuis* (Cleve) Gran *r*
15. *Detonula Schröderi* (Bergon) Gran *rr*
16. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Pérag. +
17. *Hemiaulus Haucki* Grun +
18. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder *r*
19. *Rhizosolenia alata* Btw. *r*
20. *Rh. calcar-avis* Schultze +
21. *Rh. gracillima* Cleve +
22. *Rh. Shrubsolei* Cleve *r*
23. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. +
24. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. —
25. *Dictyocha fibula* Ehrb. *rr*
26. *Ceratium aestuarium* nov. spec. *rr*
27. *C. arcuatum* Gourr. *rr*
28. *C. candelabrum* var. *dilatata* (Gourr.) Jörg. —
29. *C. carriense* var. *volans* *r*
30. *C. dalmaticum* nov. spec. *cc*
31. *C. declinatum* Karsten *r*
32. *C. extensum* Gourr. +
33. *C. furca* (Ehrb.) Duj.
34. *C. fusus* subspec. *seta* (Ehrb.) Jörg. +
35. *C. gracile* var. *symmetrica* (Pavill.) Jörg *rr*
36. *C. inflatum* Kofoid +
37. *C. inflexum* (Gourr.) Kofoid +
38. *C. macroceras* subspec. *gallica* (Kofoid) Jörg. *r*
39. *C. massiliense* (Gourr.) Jörg. +
40. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. *r*
41. *C. molle* Kofoid *r*
42. *C. pentagonum* Gourr. *r*
43. *C. pulchellum* Schröder *rr*
44. *C. reticulatum* (Pouch.) *r*
45. *C. teres* Kofoid *rr*
46. *C. tripos* var. *atlantica* Ostenf. *rr*
47. *Dinophysis acuta* Ehrenb. *rr*

48. *D. homunculus* var. *gracilis* nov. var. +
49. *D. rotundata* Clap. et Lachm. *r*
50. *D. Schröderi* Pavillard *rr*
51. *Diplopsalis lenticula* Bergh +
52. *Goniodoma polyedricum* (Pouch.) Jörg. +
53. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard *r*
54. *Oxytoxum sceptrum* (Stein) Schröder +
55. *Peridinium adriaticum* Broch. *r*
56. *P. crassipes* Kofoid *r*
57. *P. pellucidum* (Bergh.) Schütt *r*
58. *P. quarnerense* (Schröder) Broch *r*
59. *Phalacroma mitra* Schütt *rr*
60. *Podolampas palmipes* Stein *rr*
61. *Prorocentrum scutellum* Schröder *r*
62. *Pyrophacus horologium* Stein *rr*

Station 8. Bei Lukš (Sebenico) nach 4h nachmittags, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe. (Netz schief gezogen.)

1. *Chroococcus limneticus* Lemmerm. *r*
2. *Merismopedia glauca* Näg. *r*
3. *Gomphosphaeria lacustris* forma *compacta* Lemmerm. +
4. *Oscillatoria* spec. (einzelne schmale blaugrüne Fäden). *rr*
5. *Asteromphalus flabellatus* Greville *rr*
6. *Bacillaria paradoxa* Gmel *rr*
7. *Bacteriastrum varians* Lauder *rr*
8. *Biddulphia mobilensis* Bailey *rr*
9. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder *r*
10. *Chaetoceras curvisetum* Cleve *r*
11. *Ch. diversum* Cleve +
12. *Ch. gracile* Schütt *r*
13. *Ch. Schütti* Cleve *r*
14. *Ch. tetrastichon* Cleve mit *Tintinnus inquilinus* O. F. Müller *rr*
15. *Hemiaulus Haucki* Grun. +
16. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder *r*
17. *Rhizosolenia alata* Btw. +
18. *Rh. calcar-avis* Schultze +
19. *Rh. gracillima* Cleve +
20. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. +
21. *Rh. styliformis* Btw. *r*
22. *Distephanus speculum* (Ehrb.) Häckel *rr*
23. *Euglena viridis* Ehrb. +
24. *Ceratium aestuarium* nov. spec. *cc*
25. *C. extensum* (Gourr.) Cleve *r*
26. *C. dalmaticum* nov. spec. *cc*
27. *C. furca* (Ehrb.) Clap. et Lachm. *c*
28. *C. fusus* subspec. *seta* +
29. *C. inflexum* (Gourr.) Kofoid +
30. *C. macroceras* var. *gallica* (Kofoid) Jörg. *r*
31. *C. pentagonum* Gourr. *rr*
32. *C. reticulatum* (Pouch.) Cleve *r*
33. *C. teres* Kofoid *rr*
34. *Dinophysis acuta* Ehrb. *r*
35. *D. hastata* Pavillard *rr*
36. *D. homunculus* Stein +
37. *D. Pavillardi* Schröder *r*
38. *D. rotundata* Clap. et Lachm. *r*
39. *Diplopsalis lenticula* Bergh *r*
40. *Exuviella compressa* (Bailey) Ostenf. *r*
41. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard *r*
42. *Oxytoxum sceptrum* (Stein) Schröder +
43. *Peridinium adriaticum* Broch +

44. *P. crassipes* Kofoid *r*
45. *P. pellucidum* Schütt *r*
46. *Podolampas palmipes* Stein *r*
47. *Phalacroma mitra* Schütt *rr*
48. *Prorocentrum micans* Ehrb. *r*
49. *P. scutellum* Schröder *r*
50. *Protoceratium reticulatum* (Clap. et Lachm.) Bütschli +
51. *Pyrophacus horologium* Stein *rr*

Station 9 und 10. Prokljan, Seemitte, 4h 15m nachmittags, 29. Juli 1909, 12 *m* Tiefe. (Netz schief gezogen.)

1. *Chroococcus limneticus* Lemmerm. *r*
2. *Gomphosphaeria lacustris* forma *compacta* Lemmerm. +
3. *Oscillatoria* spec. *rr*

4. *Chaetoceras Wighami* Btw. *rr*
5. *Cyclotella Kützingiana* Thwait. *r*
6. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. *rr*

7. *Ceratium aestuarium* nov. spec. *cc*
8. *C. extensum* (Gourr.) Cleve *r*
9. *C. dalmaticum* nov. spec. *cc*
10. *C. furca* (Ehrb.) Clap. et Lachm.
11. *C. fusus* subspec. *seta* (Ehrb.) Jörg. –
12. *C. inflexum* (Gourr.) Kofoid +
13. *Dinophysis homunculus* var. *gracilis* nov. var. +
14. *D. Pavillardi* Schröder *r*
15. *Goniodoma polyedricum* (Pouch.) Jörg. *r*
16. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard *rr*
17. *Oxytoxum sceptrum* (Stein) Schröder *r*
18. *Peridinium adriaticum* Broch +
19. *P. crassipes* Kofoid *r*
20. *P. pellucidum* (Bergh) Schütt *r*
21. *Podolampas palmipes* Stein *r*
22. *Prorocentrum micans* Ehrb. *r*
23. *P. scutellum* Schröder *rr*
24. *Protoceratium reticulatum* (Clap. et Lachm.) Bütschli +
25. *Pyrophacus horologium* Stein *rr*

Station 11: Vor Scardona in der Krka, 5h nachmittags, 29. Juli 1909, 7 *m* Tiefe. (Netz schief gezogen.)

1. *Chroococcum limneticus* Lemmerm. *r*
2. *Merismopedia glauca* Näg. +
3. *M. tenuissima* Lemmerm. *rr*
4. *Gomphosphaeria lacustris* forma *compacta* Lemmerm. +
5. *Coelosphaerium Kützingianum* Näg. *rr*
6. *Oscillatoria* spec. *r*

7. *Cyclotella Kützingiana* Thwait. +
8. *Lysigonium varians* (Ag.) De Toni *rr*
9. *Melosira subflexilis* Kütz. *rr*
10. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. *r*

11. *Ceratium aestuarium* nov. spec. +
12. *C. dalmaticum* nov. spec. *c*
13. *C. extensum* (Gourr.) Cleve *r*
14. *C. furca* (Ehrb.) Duj. *cc*
15. *C. fusus* subspec. *seta* (Ehrb.) Jörg. *c*
16. *C. hirundinella* (O. F. Müller) Bergh –

17. *C. inflexum* (Gourr.) Kofoid +
18. *Dinophysis homunculus* var. *gracilis* nov. var. *c*
19. *D. rotundata* Clap. et Lachm. *rr*
20. *Goniodoma polyedricum* (Pouch.) Jörg. *r*
21. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard *rr*
22. *Oxytoxum sceptrum* (Stein) Schröder *r*
23. *Peridinium adriaticum* Broch +
24. *P. pellucidum* Schutt *r*
25. *Podolampas palmipes* Stein *rr*
26. *Prorocentrum micans* Ehrb. *rr*
27. *Protoceratium reticulatum* (Clap. et Lachm.) Bütschli +
28. *Pediastrum Boryanum* (Turp.) Mengh. *rr*
29. *Mesocarpus* (sterile Fäden) *r*
30. *Mougeotia* (sterile Fäden) *r*

Station 12. Bei Lucietta, mittags, 30. Juli 1909, 200 *m* und 100 *m* Tiefe.

1 *a. Trichodesmium Thiebauti* Gomont *rr*

1. *Asterionella japonica* Cleve *r*
2. *Asterolampra Grevillei* Wallich *r*
3. *A. marylandica* Ehrb. +
4. *Asteromphalus flabellatus* Greville +
5. *A. heptactis* (Bréb.) Ralfs *r*
6. *Bacteriastrum elongatum* Cleve
7. *B. varians* Lauder *r*
8. *Cerataulina Bergoni* var. *elongata* Schröder +
9. *Chaetoceras anastomosans* Grun. *r*
10. *Ch. contortum* Schütt +
11. *Ch. criophilum* Castr. forma *volans* (Schütt) Gran +
12. *Ch. curvisetum* Cleve +
13. *Ch. densum* Cleve mit *Vorticella oceanica* Zach. *r*
14. *Ch. didymum* Ehrb. var. *anglica* (Grun.) Gran *r*
15. *Ch. diversum* Cleve +
16. *Ch. furca* Cleve +
17. *Ch. Lorenzianum* Grun. *c*
18. *Ch. neapolitanum* Schröder +
19. *Ch. peruvianum* Btw. (auch in kurzen Ketten, 2 bis 3 Individuen) +
20. *Ch. Schütti* Cleve *r*
21. *Ch. tetrastichon* Cleve (mit *Tintinnus inquilinus* O. F. Müller) *r*
22. *Coscinodiscus excentricus* Ehrb. *r*
23. *C. centralis* Ehrb. *r*
24. *C. stellaris* Roper *r*
25. *Dactyliosolen tenuis* (Cleve) Gran +
26. *Detonula Schröderi* (Bergon) Gran +
27. *Eucodia arcuata* Schröder *rr*
28. *Gossleriella radiata* Schütt *rr*
29. *Guinardia flaccida* (Castr.) H. Perag. +
30. *Hemiaulus Haucki* Grun. +
31. *Lauderia annulata* Gran +
32. *Leptocylindrus adriaticus* Schröder *r*
33. *Nitzschia seriata* Cleve +
34. *Paralia sulcata* (Ehrb.) Cleve *rr*
35. *Rhizosolenia alata* Btw. +
36. *Rh. calcar-avis* Schultze +
37. *Rh. Castracanei* H. Pérag. *r*
38. *Rh. gracillima* Cleve +
39. *Rh. robusta* Norman *r*
40. *Rh. setigera* Btw. +
41. *Rh. Shrubsolei* Cleve +
42. *Rh. styliformis* Btw. +
43. *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve *rr*

44. *Thalassiothrix Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. +
45. *Th. longissima* Grun. *r*
46. *Th. nitzschioides* Cleve et Grun. +

47. *Amphidinium lanceolatum* nov. spec. *rr*
48. *A. longum* Lohmann *rr*
49. *Amphisolenia bidentata* Schröder *rr*
50. *A. palmata* Stein *rr*
51. *Ceratium arcuatum* Gourr. +
52. *C. arietinum* Cleve *r*
53. *C. candelabrum* var. *dilatata* (Gourr.) Jörg. +
54. *C. carriense* var. *ceylanica* (Schröder) Jörg. +
55. *C. carriense* var. *volans* (Cleve) Jörg. +
56. *C. declinatum* Karsten *r*
57. *C. extensum* (Gourr.) Cleve +
58. *C. furca* (Ehrb.) Duj. +
59. *C. fusus* subspec. *seta* (Ehrb.) Jörg. +
60. *C. gibberum* var. *sinistra* Gourr. *rr*
61. *C. inflatum* Kofoid *r*
62. *C. inflexum* forma *claviceps* (Schröder) Jörg. *rr*
63. *C. Karsteni* Pavillard —
64. *C. limulus* Gourr. *r*
65. *C. longissimum* (Schröder) Jörg. *r*
66. *C. macroceras* subspec. *gallica* (Kofoid) Jörg. *r*
67. *C. massiliense* Gourr. *r*
68. *C. massiliense* var. *protuberans* (Karsten) Jörg. +
69. *C. molle* Kofoid *r*
70. *C. platycorne* Daday *rr*
71. *C. pennatum* Kofoid *r*
72. *C. pulchellum* Schröder +
73. *C. reticulatum* (Pouch.) Cleve +
74. *C. strictum* (Okam. et Nishikawa) Kofoid +
75. *C. teres* Kofoid *rr*
76. *C. trichoceras* (Ehrb.) Kofoid *rr*
77. *C. tripos* var. *atlantica* Ostenf. et Schmidt *rr*
78. *Ceratocorys horrida* Stein *r*
79. *Dinophysis acuta* Ehrb. *rr*
80. *D. homunculus* Stein *r*
81. *D. rotundata* Clap. et Lachm. *rr*
82. *D. Schröderi* Pavill. *rr*
83. *D. tripos* Gourr. *r*
84. *Diplopsalis lenticula* Bergh +
85. *Exuviella compressa* (Bailey) Ostenf. *rr*
86. *Glenodinium danicum* Paulsen *rr*
87. *Goniodoma armatum* Stein +
88. *G. fimbriatum* Murray et Whitting —
89. *G. polyedricum* (Pouch.) Jörg. *r*
90. *Gonyaulax Kofoidi* Pavillard *r*
91. *G. polygramma* Stein *r*
92. *Gymnodinium Poucheti* Lemmerm. *rr*
93. *Ornithocercus magnificus* Stein *r*
94. *Oxytoxum Milneri* Murr. et Whit. *r*
95. *O. reticulatum* (Stein) Lemmerm. *r*
96. *O. sceptrum* (Stein) Schröder *r*
97. *O. scolopax* Stein *r*
98. *Peridinium adriaticum* Broch *r*
99. *P. crassipes* Kofoid *rr*
100. *P. ozeanicum* Vanhöffen *r*
101. *P. pellucidum* (Bergh) Schütt *rr*
102. *P. quarnerense* (Schröder) Broch *rr*
103. *P. Steini* Jörg. *r*
104. *Phalacroma doryphorum* Stein *rr*
105. *Ph. hastatum* Pavillard *rr*
106. *Ph. Jourdani* (Gourr.) Schütt *rr*
107. *Ph. mitra* Schütt *rr*
108. *Podolampas bipes* Stein *r*

109. *P. palmipes* Stein *r*
110. *Prorocentrum micans* Ehrb. *r*
111. *P. scutellum* Schröder *rr*
112. *Pyrophacus horologium* Stein *r*
113. *Spirodinium spirale* (Bergh) Schütt *rr*
114. *Steiniella mitra* Schütt *rr*
115. *Pyrocystis fusiformis* Murray *rr*
116. *P. lanceolata* Schröder *rr*
117. *P. lunula* Schütt *rr*
118. *P. pseudonoctiluca* Murray *rr*
119. *Halosphaera viridis* Schmitz *rr*

B. Systematische Übersicht über das vom 28. Juli bis 1. August 1909 gesammelte Phytoplankton der Adria.

Klasse **Schizophyceae.**

Ordnung **Coccogoneae.**

Familie **Chroococcaceae.**

Gattung **Chroococcus** Naegeli.

1. *Ch. limneticus* Lemmermann (1898, p. 153, und 1899 *a*, p. 132, tab. *A*, fig. 22 und 23).
   Station 8, 9, 10, 11.

Gattung **Merismopedia** Meyen.

2. *M. tenuissima* Lemmermann (1898, p. 154, und 1899 *a*, p. 132, tab. 1, fig. 21).
   Station 8.
3. *M. glauca* Naegeli (1849, p. 55, tab. 1, *D*, fig. 1).
   Station 8.

Gattung **Gomphosphaeria** Kütz.

4. *G. lacustris* Chodat forma *compacta* Lemmermann (1899 *b*, p. 341).
   Station 8, 9, 10.

Gattung **Coelosphaerium** Naegeli.

5. *C. Kützingianum* Naegeli (1849, p. 57, tab. 1, *E*, fig. 1).
   Station 10.

Ordnung **Hormogoneae.**

Familie **Oscillatoriaceae.**

Gattung **Oscillatoria** Vaucher.

6. *Oscillatoria* spec.
Station 8, 9, 10, 11.

Gattung **Trichodesmium** Ehrb.

7. *T. Thibauti* Gomont (1890, p. 217, tab. 6, fig. bis 24).
Station 12.

Klasse **Bacillariaceae.**

Ordnung **Centricae.**

Familie **Melosiraceae.**

Gattung **Lysigonium** Link.

7*a*. *L. varians* (Ag.) De Toni (1891, II, 3, p. 1329).
Station 11.

Gattung **Melosira** Ag.

8. *M. subflexilis* Kütz. W. Smith (1856, p. 57, tab. 51, fig. 331).
Station 11.

Gattung **Paralia** Heiberg.

9. *P. sulcata* (Ehrb.) Cleve (1873 *a*, p. 7).
Station 12.

Gattung **Skeletonema** Grev.

10. *S. costatum* (Grev.) Cleve (1878, p. 18).
Station 12.

Familie **Coscinodiscaceae**

Gattung **Cyclotella** Kütz.

11. *C. Kützingiana* Thwait, W. Smith (1853, I, p. 27, tab. 5, fig. 47).
Station 11.

Gattung **Coscinodiscus** Ehrenb.

12. *C. excentricus* Ehrenb., Van Heurck (1880, p. 217, tab. 130, fig. 4, 7, 8).
Station 5, 12.

13. *C. radiatus* Ehrenb., Gran (1905, p. XIX, 31, fig. 31).
Station 2, 3.
14. *C. centralis* Ehrenb., Gran (1905, p. XIX, 33, fig. 33).
Station 4, 5, 12.
15. *C. stellaris* Roper, Gran (1905, p. XIX, 38, fig. 40).
Station 5, 12.

Gattung **Euodia** Bailey.

16. *E. arcuata* Schröder (1900, p. 30, tab. 1, fig. 8).
Station 5, 12.
17. *E. cuneiformis* (Wall.) Schütt, Gran (1905, p. XIX, 45, fig. 51 *a*, *b*).
Station 1.

Gattung **Asterolampra** Ehrenb.

18. *A. marylandica* Ehrenb., H. Péragallo (1892, tab. 110, fig. 2).
Station 1, 2, 5, 12.
19. *A. Grevillei* Wallich var. *adriatica* Grun., Van Heurck (1880, tab. CXXVII, fig. 12).
Station 4, 7, 12.

Gattung **Asteromphalus** Ehrenb.

20. *A. heptactis* (Bréb.) Ralfs, Gran (1905, p. XIX, 44, fig. 49).
Station 4, 12.
21. *A. Ralfsianus* (Norm.) Grun., Schmidt (Atlas, tab. 38, fig. 9).
Station 2, 3.
22. *A. flabellatus* Grev., Van Heurck (1880, tab. CXXVII, fig. 5, 6.
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

Gattung **Gossleriella** Schütt.

23. *G. radiata* Schütt, Schröder (1900, p. 23, tab. 1, fig. 10).
Station 12. Ein Exemplar.

Gattung **Coscinosira** Gran.

24. ***C. mediterranea*** nov. spec. (Fig. 6).
Diagnose. Kolonien kettenförmig; Ketten gerade, selten schwach gebogen, aus zwei bis fünf Individuen

bestehend; Zellen klein, trommelförmig, aber mit konvexen Schalenseiten, durch zwei bis fünf feine Schleimfäden zusammenhängend und das Einhalbfache bis Doppelte der Dicke der Zellen voneinander entfernt; Schalen uhrglasartig gewölbt, am Rande fein gestreift, ohne Randdörnchen, aber mit Maschenstruktur. Auxosporen aus einer Zelle gebildet. Chromatophoren kleine runde Plättchen.

Bemerkung. Diese kleine Planktonform war nur in wenigen Exemplaren im Fange von Barbariga enthalten, aber ich hatte sie schon in Planktonproben aus Val di

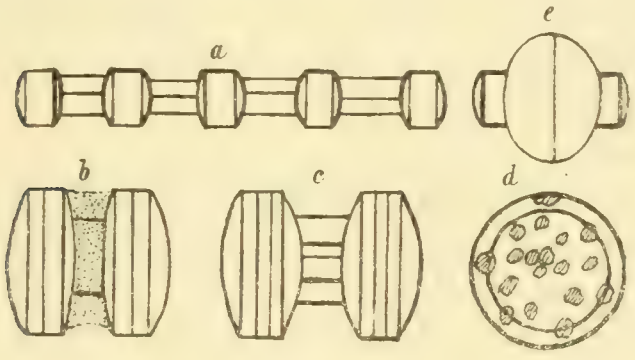


Fig. 5.

Coscinosira mediterranea. *a* und *e* Obj. 2, Oc. B. *b* bis *d* Ölimmersion $^1/_{12}$. Oc. 2. Zeiß. Methylenblaufärbung.

Bora bei Rovigno vom 4. Juni 1909 wiederholt vereinzelt aufgefunden. Zuerst fiel mir das paarweise und etwas voneinander entfernte Zusammenleben einiger Kolonien auf, worauf ich die bisher unsichtbaren Verbindungsfäden mit Methylenblau sichtbar machen konnte. Durch dieses Färbemittel bemerkte ich auch eine Gallertmasse zwischen Zellen, die sich eben geteilt hatten und begannen auseinanderzuweichen (Fig. 5 *b*). Sehr schwierig war es, die Beschaffenheit der Schalenstruktur bei einem so kleinen und selten vorkommenden Organismus festzustellen. Die Maschen erschienen bei sehr starker Vergrößerung wie unregelmäßige Polygone, der Rand der Schale zeigte kurze, feine Streifen, was sich noch am deutlichsten an Exemplaren erkennen ließ, die in Salpetersäure und chlorsaurem Kali gekocht worden waren. Über die Bildung der Auxo-

sporen, von denen nur ein vollständiges Exemplar gefunden wurde (Fig. 5 *e*), läßt sich nichts Genaueres mitteilen, als daß sie flachgedrückt kugelig ist. Das Perizonium der Auxospore teilt sich beim Keimen in zwei Hälften, die ich zweimal beobachtete, indem es parallel mit der Begrenzung der Gürtelbänder aufreißt und wohl durch den Druck der jungen heranwachsenden Zellen gesprengt wird. Allerdings ist es fraglich, ob eine oder zwei Zellen in der Auxospore von *C. mediterranea* gebildet werden. Im allgemeinen hat diese Auxosporenbildung mit der von *Cyclotella bodanica* var. *lemanica* O. Müller manche Ähnlichkeit, die Bachmann (1903, p. 125 bis 131) beschrieben hat.

Station 1, 2.

Gattung **Detonula** P. Bergon.

25. *D. Schröderi* (P. Bergon) Gran, Schröder (1900, p. 23, tab. 1, fig. 9).

Station 7, 12.

Gattung **Lauderia** Cleve.

26. *L. borealis* Gran (1905, p. XIX, 23, fig. 22).

Station 12.

Gattung **Leptocylindrus** Cleve.

27. *L. adriaticus* Schröder (1908, p. 615, fig. 1).

Station 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

Gattung **Guinardia** H. Pérag.

28. *G. flaccida* (Castr.) H. Pérag. (1892, p. 107, tab. 1, fig. 3 bis 5).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

Gattung **Dactyliosolen** Castr.

29. *D. tenuis* (Cleve) Gran (1902, p. 172 und 190, p. XIX, 25, fig. 27).

Station 1, 4, 7, 12.

Familie **Rhizosoleniaceae.**

Gattung **Rhizosolenia** Brightwell.

30. ***Rh. pellucida*** nov. spec. (Fig. 6).

Diagnose. Zellen zu geraden Ketten verbunden oder einzeln, zylindrisch, viermal so lang als breit, Kanten an den Endflächen abgerundet. Durchmesser 8 bis 12 μ; Zellhaut zart und wenig verkieselt; Zwischenbänder nicht sichtbar; Schalen schief gebuckelt, mit einer exzentrisch gestellten, leicht gekrümmten, kurzen Borste versehen, die bei Ketten in eine ziemlich neben der Mitte der Schale liegende Furche der Nachbarzelle übergreift; Kern exzentrisch; Chromatophoren wandständig, zerstreut, meist acht bis zehn rundliche oder elliptische Plättchen, mittelgroß.

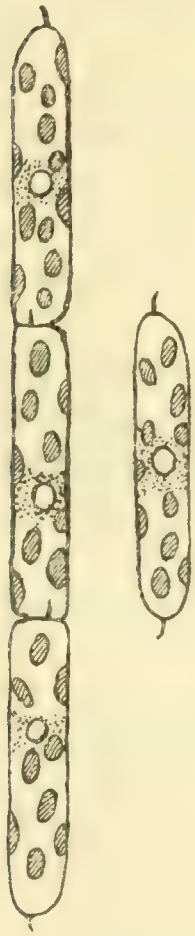


Fig. 6.
Rh. pellucida.
$^{625}/_{1}$

Bemerkung. Die oben beschriebene *Rh. pellucida* hatte ich bereits in einer früheren Arbeit (1906, p. 326) als *Rh. fragillima* P. Bergon aufgeführt. Unter dem Namen *Rh. delicatula* Cleve bringt auch Karsten (1906, p. 163, tab. XXIX [X], fig. 8) eine ähnliche *Rhizosolenia*. Er bemerkt jedoch daselbst in einer Fußnote, daß seine Fig. 8 in den Chromatophoren mit der Abbildung von Gran (1905, Bd. XIX, p. 48, fig. 52) nicht ganz übereinstimmt und daß *Rh. faeroeensis* Ostenf. in den Ausmaßen zu groß ist. Nun ist aber auch die Dicke der bei Gran angeführten *Rh. fragillima* P. Bergon (l. c., p. 54) weit erheblicher als bei meiner Form (*Rh. fragillima* mißt nach Gran 14 bis 20 μ). Außerdem sind die Zellen dieser *Rhizosolenia* nur $2^{1}/_{2}$- bis dreimal so lang als breit und endlich weicht meine Species von der *Rh. fragillima* sowohl durch die Zahl wie durch die Form und die Anordnung der

Chromatophoren ab. Deshalb glaube ich mich zur Aufstellung einer neuen Species berechtigt.

Station 1, 2.

31. *Rh. Stolterfothi* H. Pérag. (1888, p. 109, tab. 6, fig. 44).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

32. *Rh. robusta* Norman, H. Pérag. (1892, p. 109, tab. 1, fig. 1; tab. 2, fig. 1, 2).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12.

33. *Rh. Castracanei* H. Pérag. (1892, p. 111, tab. 2, fig. 4).
Station 12.

34. *Rh. Shrubsolei* Cleve, Gran (1905, Bd. XIX, p. 52, fig. 63).
Station 5, 6, 7, 12.

35. *Rh. setigera* Brightwell, Gran (1905, Bd. XIX, p. 53, fig. 64).
Station 12.

36. *Rh. styliformis* Brightwell, H. Pérag. (1892, p. 111, tab. 4, fig. 1 bis 4).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12.

37. *Rh. calcar-avis* Schultze, H. Pérag. (1892, p. 113, tab. 4, fig. 9) und Schröder (1906, p. 346).
In den untersuchten Proben fanden sich Formen verschiedener Dicke, wie ich sie bereits l. c., Fig. 7 *a*, *b*, schon von Brioni gezeigt habe und als forma ***lata*** nov. forma und forma ***gracilis*** nov. forma bezeichne.
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

38. *Rh. alata* Brightwell, H. Pérag. (1892, p. 115, tab. 5, fig. 11).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

39. *Rh. gracillima* Cleve (1881, p. 26, tab. 6, fig. 78).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

Familie **Chaetoceraceae.**

Gattung **Bacteriastrum** Shadbolt.

40. *B. varians* Lauder (1864, p. 8, tab. 3, fig. 1 bis 6).
Station 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12.

41. *B. elongatum* Cleve (1897 *a*, p. 19, tab. 1, fig. 19).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

Gattung **Chaetoceras** Ehrenb.

42. *Ch. neapolitanum* Schröder (1900, p. 29, tab. 1, fig. 4).
Station 12.

43. *Ch. densum* Cleve (1901, p. 299) und Gran (1905, Bd. XIX, p. 67, fig. 79).
Station 1, 2, 5, 6, 12.

44. *Ch. tetrastichon* Cleve (1897 *a*, p. 22, tab. 1, fig. 7).
Station 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12.

45. *Ch. peruvianum* Brightwell (1856, p. 107, tab. 7, fig. 16 bis 18).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

46. *Ch. criophilum* Castr. forma *volans* (Schütt) Gran (1905, Bd. XIX, p. 72, fig. 86).
Station 12.
Zuweilen fanden sich auch Formen, die dem Typus bei Gran, l. c., p. 71, fig. 85, nahe kamen.

47. *Ch. decipiens* Cleve (1873 *a*, p. 11, tab. 1, fig. 5).
Station 5, 6.

48. *Ch. Lorenzianum* Grun. (1863, p. 157, tab. 14, fig. 13).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.
Eine der verbreitetsten Planktonbacillariaceen in der Adria.

49. *Ch. contortum* Schütt, Gran (1905, Bd. XIX, p. 78, fig. 93).
Station 1, 2, 4, 5, 6, 7, 12.

50. *Ch. didymum* Ehrb. var. *anglica* (Grun.) Gran (1905, Bd. XIX, p. 79, 80, fig. 95).
Station 12.

51. *Ch. Schütti* Cleve (1894, p. 14, tab. 1, fig. 1).
Station 5, 7, 8, 12.

52. *Ch. laciniosum* Schütt (1895, p. 38, tab. 4, fig. 5 *a*, *b*, und tab. 5, fig. 5 *c*).
Station 5, 6.

53. *Ch. diversum* Cleve (1873, p 9, tab. 2, fig. 12).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.
In der Adria weit verbreitet und im Sommer häufig.

54. *Ch. furca* Cleve, Gran (1905, Bd. XIX, p. 87, fig. 108).
Station 12.

55. *Ch. Wighami* Brightwell (1856, p. 108, tab. 7, fig. 19 bis 36).
Station 1, 2, 6, 9, 10.

56. *Ch. curvisetum* Cleve (1894, p. 12, tab. 1, fig. 5).
Station 1, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

57. *Ch. anastomosans* Grun. (1880 in Van Heurck, Synopsis, tab. 82, fig. 6 bis 8).
Zwischenstück zwischen den Borsten bei den Formen aus der Adria 5 bis 7 μ, nicht nur 1 μ wie bei Gran (1905, Bd. XIX, p. 93, fig. 118).
Station 2, 5, 6, 12.

58. *Ch. gracile* Schütt (1895, p. 42, fig. 12 *a* bis *d*).
Station 6, 7, 8.

Familie **Eucampiaceae.**

Gattung **Hemiaulus** Ehrenb.

59. *H. Haucki* Grun., Van Heurck (1880, tab. CIII. fig. 10).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.
In der Adria sehr verbreitet.

60. *H. chinensis* Greville (1865, p. 5, tab. 5, fig. 9).
Station 5.

Gattung **Cerataulina** H. Pérag.

61. *C. Bergoni* H. Pérag. var. *elongata* Schröder (1900, p. 30).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12.

Gattung **Biddulphia** Gray.

62. *B. mobilensis* Bailey (1845, p. 336, tab. 4, fig. 24).
Station 5, 8.

Ordnung **Pennatae.**

Familie **Fragilariaceae.**

Gattung **Thalassiothrix** Cleve et Grun.

63. *Th. longissima* Cleve et Grun., Gran (1905, Bd. XIX, p. 116, fig. 157).
Station 12.

64. *Th. nitzschioides* Grun., Gran (1905, p. 102, tab. 6, fig. 11).
Station 12.

65. *Th. Frauenfeldi* (Grun.) Cleve et Grun. (1880, p. 109).
Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12.
Sehr verbreitet in der Adria.

Gattung **Asterionella** Hassal.

66. *A. japonica* Cleve (1882 bei Cleve und Möller, Nr. 307).
Station 12.

Familie **Nitzschiaceae.**

Gattung **Nitzschia** Hassal.

67. *N. seriata* Cleve (1883, p. 478, tab. 38, fig. 75).
Station 1, 2, 3, 5, 6, 12.

Gattung **Bacillaria** Gmelin.

68. *B. paradoxa* Gmelin, Van Heurck (1880, tab. 61, fig. 6 und 7).
Station 8.

Klasse **Silicoflagellatae.**

Ordnung **Siphonotestales.**

Gattung **Dictyocha** Ehrenb.

69. *D. fibula* Ehrenb., Lemmermann (1901, p. 260, tab. 10, fig. 24).
Station 7.

Gattung **Distephanus** Stöhr.

70. *D. speculum* (Ehrenb.) Häckel, Lemmermann (1901, p. 263, tab. 11, fig. 11).
Station 8.

Klasse **Peridinales.**

Familie **Prorocentraceae.**

Gattung **Exuviella** Cienkowsky.

71. *E. lima* (Ehrenb.) Bütschli, Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 6, fig. 1).
Station 1.

72. *E. compressa* (Bailey) Ostenf., Stein (1883, tab. 1, fig. 34 bis 38).
Station 2, 5, 8, 12.

Gattung **Prorocentrum** Ehrenb.

73. *P. micans* Ehrenb., Stein (1883, tab. 1, fig. 1 bis 12).
Station 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12.

74. *P. scutellum* Schröder (1901, p. 14, tab. 1, fig. 12).
Station 5, 7, 8, 9, 10, 12.

Ordnung **Peridinieae.**

Familie **Dinophysiaceae.**

Gattung **Dinophysis** Ehrenb.

75. *D. acuta* Ehrenb., Jörgensen (1899, p. 28, tab. 1, fig. 2).
Station 7, 8, 12.
76. *D. Schröderi* Pavillard (1909, p. 283, fig. 5, und p. 284).
Station 7, 12.
77. *D. Pavillardi* Schröder (1906, p. 370).
Station 8, 9, 10.
78. *D. rotundata* Clap. et Lachm. (1859, p. 409, tab. XX, fig. 16).
Station 5, 6, 7, 11, 12.
79. *D. ovum* Schütt (1895, tab. 1, fig. 6).
Station 4.
80. *D. homunculus* Stein (1883, tab. 21, fig. 1 und 2).
Station 3, 4, 12.
81. *D. homunculus* Stein var. ***gracilis*** nov. var. (Fig. 7 *a*).
Diagnose. Zellen breiter, aber ebenso lang als der Typus; Verschmälerung des Hinterkörpers namentlich

Fig. 7 *a*. $^{416}/_{1}$

Fig. 7 *b*. $^{416}/_{1}$

ventralwärts stark eingeschnürt. Spitze abgerundet und leicht vorgezogen. »Henkel« fast gar nicht areoliert.

Bemerkung. Diese Form fand sich nur im Brackwassergebiet des Prokljansees und war immer von derselben charakteristischen Gestalt. Zum Vergleich gebe ich Fig. *7 b* des Typus, nach Exemplaren von Station 12 in gleicher Vergrößerung dargestellt.

Station 7, 8, 9, 10, 11.

82. *D. tripos* Gourret.

Diese Form halte ich für eine gute Art, die durch den dorsalen, spitzen, dreieckigen Fortsatz und den am unteren Ende weit und bogenförmig hervorragenden, stumpf abgerundeten »Henkel«, der wenig Areolen zeigt, genügend von *D. homunculus* Stein unterschieden ist.

Station 12.

Gattung **Ornithocercus** Stein.

83. *O. magnificus* Stein (1883, tab. 23, fig. 1).

Station 1, 4, 12.

Gattung **Phalacroma** Stein.

84. *Ph. porodictum* Stein (1883, tab. 16, fig. 11).

Station 6.

85. *Ph. operculatum* Stein (1883, tab. 18, fig. 7 und 8).

Station 2.

86. *Ph. mitra* Schütt (1895, tab. 4, fig. 18).

Station 4, 6, 7, 8, 12.

87. *Ph. hastatum* Pavillard (1909, p. 282, fig. 4, und 283).

Station 2, 8, 12.

88. *Ph. doryphorum* Stein (1883, tab. 19, fig. 1 bis 4).

Station 12.

89. *Ph. Jourdani* (Gourr.) Schütt, Gourret (1883, tab. 2, fig. 55).

Bemerkung. Nach Entz jun. (1909, p. 121) soll *P. Jourdani* Übergangsformen zu *Ceratocorys horrida* Stein (1883, tab. 6, fig. 4 bis 11) bilden.

Station 1, 2, 5, 12.

Gattung **Ceratocorys** Stein.

90. *C. horrida* Stein (1883, tab. 6, fig. 4 bis 11).

Station 3, 4, 12.

Gattung **Amphisolenia** Stein.

91. *A. bidentata* Schröder (1900, p. 20, tab. 1, fig. 16).
Station 12.
92. *A. palmata* Stein (1883, tab. 21, fig. 11 bis 15).
Station 12.

Familie **Peridiniaceae.**

Gattung **Glenodinium** (Ehrenb.) Stein.

93. *G. danicum* Paulsen (1907, p. 6, fig. 2).
Bemerkung. Die von mir beobachteten Exemplare stimmten in der äußeren Gestalt mit der Abbildung Paulsen's (l. c.) gut überein, nur waren die Maße der Länge etwas geringer, sie betrugen nur 24 bis 28 μ, während die von Paulsen 32 bis 36 μ messen. Bisher ist *G. danicum* Paulsen nur im Skagerak gefunden worden. Es ist eine kleine zarte Form, die leicht übersehen werden kann, wenn sie nicht häufiger vorkommt.
Station 2, 12.

Gattung **Protoceratium** Bergh.

94. *P. reticulatum* (Clap. et Lachm.) Bütschli, Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 26 und 27, fig. 33 und 34).
Station 8, 9, 10.

Gattung **Gonyaulax** Diesing.

95. *G. Kofoidi* Pavillard (1909, p. 278, fig. 1).
Station 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.
96. *G. polygramma* Stein (1883, tab. 4, fig. 15).
Station 1, 2, 12.
97. *G. spinifera* Stein (1883, tab. 4, fig. 10 bis 14).
Station 2.

Gattung **Steiniella** Schütt.

98. *St. fragilis* Schütt (1895, tab. 6, fig. 26).
Station 2.

99. *St. mitra* Schütt (1895, tab. 7, fig. 27), (Fig. 8).
Station 2, 12.

Fig. 8.
Steiniella mitra. $^{416}/_{1}$

Gattung **Goniodoma** Stein.

100. *G. polyedricum* (Pouchet) Jörg., Stein (1883, tab. 7, fig. 7 bis 16, und tab. 8, fig. 1 und 2).
Station 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12.

101. *G. acuminatum* Stein (1883, tab. 7, fig. bis 16).
Station 12.

102. *G. fimbriatum.* Murr. et Whitt. (1899, p. 325, tab. 27, fig. 1).
Station 12.

Gattung **Diplopsalis** Bergh.

103. *D. lenticula* Bergh (1881, p. 244, fig. 60 bis 62).
Station 1, 2, 5, 6, 8, 12.

Gattung **Peridinium** Ehrenb.

104. *P. globulus* Stein (1883, tab. 9, fig. 5 bis 7).
Station 1, 2, 3, 4, 6.

105. *P. quarnerense* (Schröder) Broch (1910, p. 183 und 184, fig. 3).
Station 1, 2, 4, 5, 6, 12.

106. *P. Steini* Jörg., Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 47, fig. 58), Station 1, 2, 3, 4, 12.
107. *P. Paulseni* Pavillard (1909, p. 280, fig. 2). Station 6.
108. *P. crassipes* Kofoid, Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 57, fig. 73, und p. 58). Station 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12.
109. *P. conicum* (Gran) Ostenf. et Schmidt, Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 58 und 59, fig. 74). Station 1, 5, 6.
110. *P. pellucidum* (Bergh) Schütt, Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 49, fig. 61). Station 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.
111. *P. tristylum* Stein (1883, tab. 9, fig. 15 bis 17). Station 2.
112. *P. adriaticum* Broch (1910, p. 191 und 192, fig. 8). Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.
113. *P. oceanicum* Vanhöffen, Broch (1910, p. 190). Station 1, 2, 4, 5, 12.
114. *P. pentagonum* Gran, Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 59 und 60, fig. 76 und 77). Station 2.

Gattung **Pyrophacus** Stein.

115. *P. horologium* Stein (1883, tab. 24, fig. 1 bis 13, und tab. 15, fig. 1). Station 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12.

Gattung **Oxytoxum** Stein.

116. *O. scolopax* Stein (1883, tab. 5, fig. 1 bis 3). Station 12.
117. *O. Milneri* Murray et Whitting (1899, p. 328, tab. 328, fig. 6). Station 2, 6, 12.
118. *O. sceptrum* (Stein) Schröder, Stein (1883, tab. 5, fig. 19 bis 21). Station 7, 8, 9, 10, 11, 12.

119. *O. reticulatum* (Stein) Lemmerm., Stein (1883, tab. 5, fig. 14).
Station 12.
120. *O. constrictum* (Stein) Schütt, Stein (1883, tab. 5, fig. 15 bis 18).
Station 6.

Gattung **Ceratium** Schrank.

Untergattung **Biceratium** (Vanhöffen) Jörg.

121. *C. hirundinella* (O. F. Müller) Bergh (1882, p. 215), Fig. 9.

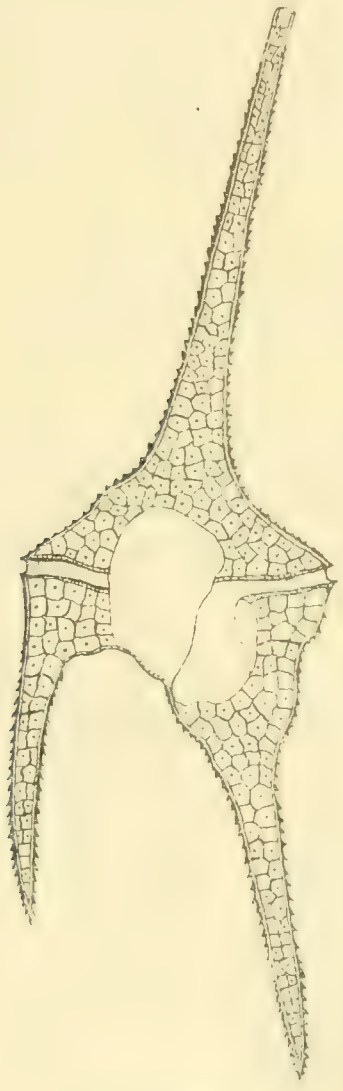


Fig. 9. $^{416}/_{1}$

Bemerkung. *C. hirundinella* ist nach Jörgensen (1911, p. 15) auch im Brackwasser der nördlichen Ostsee

gefunden worden. Ich gebe eine Zeichnung von den Exemplaren, die ich im Brackwassergebiet des Prokljansees in der Nähe von Scardona in der Krka fand. Die Zellhaut zeigte nach Aufhellung mit zehnprozentiger Kalilauge eine deutlich retikulierte Struktur mit einem Porenpunkt in jeder Masche.

Station 11.

122. *C. candelabrum* (Ehrenb.) Stein (1883, tab. 15, fig. 15 und 16).

Station 1, 2, 3, 4.

123. *C. candelabrum* (Ehrb.) Stein var. *dilatata* (Gourr.) Jörg. (1911, p. 16, tab. 1, fig. 4, 5, und tab. 2, fig. 22).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11.

124. *C. furca* (Ehrenb.) Duj., Jörg. (1911, p. 27, tab. 2, fig. 23 *a*, *b*).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

125. *C. pentagonum* Gourr. (1883, p. 45, tab. 4, fig. 58), Jörg. (1911, p. 20, tab. 2, fig. 31 und 32).

Station 1, 2, 4, 6, 7, 8.

126. *C. teres* Kofoid, Jörg. (1911, p. 23, tab. 2, fig. 38 und 39).

Bemerkung. Nach Jörgensen (l. c.) ist diese Art im Mittelmeer nur in der Gibraltarstraße gefunden worden. Ich sah sie in den Proben aus der Adria mehrfach.

Station 4, 7, 8, 12.

Untergattung **Amphiceratium** (Vanhöffen) Jörg.

127. *C. inflatum* Kofoid, Jörg. (1911, p. 25, tab. 3, fig. 45 und 46).

Station 1, 2, 5, 6, 7, 12.

128. *C. pennatum* Kofoid, Jörg. (1911, p. 26, tab. 3, fig. 48 *a*).

Station 1, 2, 3, 4, 12.

129. *C. pennatum* Kofoid var. *falcata* Kofoid, Jörg. (1911, p. 27, tab. 3, fig. 48 *b*).

Station 2.

130. *C. strictum* (Okam. et Nishikawa) Kofoid, Jörg. (1911, p. 27, tab. 3, fig. 49 *a*, *b*).

Station 1, 2, 4, 5, 12.

131. *C. extensum* (Gourr.) Cleve, Jörg. (1911, p. 28, tab. 3, fig. 50 *a*, *b*).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

132. *C. fusus* (Ehrenb.) Duj. subspec. *seta* (Ehrenb.) Jörg. (1911, p. 29, tab. 3, fig. 55).

Bemerkung. In den von mir durchgesehenen Proben aus der Adria fand ich nur diese Subspecies, während der Typus und die var. *Schütti* Lemmerm. fehlte. Nach Jörgensen (1899, p. 46) ist es bei dieser *Ceratium*-Art »sicher konstatiert, daß sie eine Ursache des Meeresleuchtens ist«. Sie war auch in der Probe von Station 1, die wir 1^h nachts fischten, reichlich vorhanden, weshalb das Netz beim Heraufziehen in grünlichgelbem Lichte wie ein leuchtender Kegel schimmerte. Auch beim Einfüllen in die Glastube konnte man das Leuchten noch wahrnehmen.

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12.

Untergattung **Euceratium** Gran.

Sectio **Dens** Jörg.

133. ***C. dalmaticum*** nov. spec. (Fig. 10).

Diagnose. Mittelgroße Form; Körper etwa so lang als breit; Vorderkörper ungefähr ebenso lang als breit, dreieckig; Vorderhorn überall fast gleich breit und gegen das Ende hin etwas verschmälert, lang; Hinterkörper niedrig, fast doppelt so lang als breit, mit schräger Hinterkontur; linkes Hinterhorn kurz, die Hälfte des Transdiameters messend, fünf- bis sechsmal so lang als breit, meist schwach, mitunter auch stärker gebogen; rechtes Hinterhorn noch kürzer als das linke, etwa halb so lang als dieses und ein drittelmal so lang als der Transdiameter, gerade und wie das linke Hinterhorn gegen das Vorderhorn divergierend. Panzerstruktur kräftig, auf dem Zellkörper deutliche Poren und wellig gebogene Längsleisten, auf den Hörnern nur mit Längsleisten versehen.

Bemerkung. Diese Form erinnert an *C. dens* Ostenf. et Schmidt (1901, p. 165, fig. 16) durch das kurze linke Hinterhorn, weicht aber durch die Gestalt des Körpers

und das noch kürzere rechte Hinterhorn bedeutend ab. Die Hinterhörner liegen nicht in derselben Ebene wie das Vorderhorn, sondern sind beide nach derselben Seite zu gebogen. Eine ähnliche Form führt auch Bergh (1882,

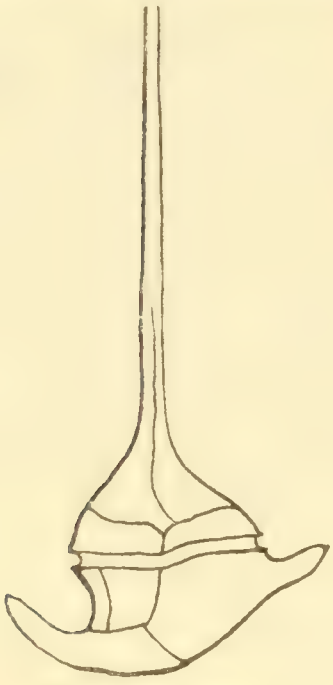


Fig. 10 *a*. $\frac{300}{1}$

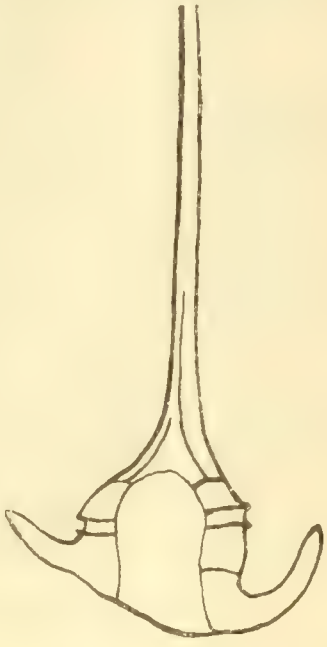


Fig. 10 *b*. $\frac{300}{1}$

Fig. 10 *c*. $\frac{300}{1}$

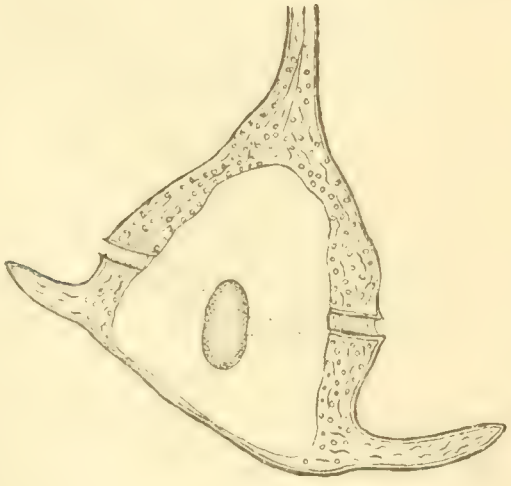


Fig. 10 *d*. $\frac{416}{1}$

tab. 13, fig. 21 und 22) an, die Lemmermann (1899, p. 363) als *C. tripos* var. *divaricata* nov. var. benannt hat. Ihre Hinterhörner sind aber länger und spitzer als bei meiner Art.

Station 7, 8, 9, 10, 11.

Sectio **Tripos** Pavillard.

134. *C. pulchellum* Schröder (1906, p. 358).

Bemerkung. Von *C. pulchellum* fand ich nicht nur die von mir l. c., fig. 27, abgebildete Form, sondern auch diejenige, welche Jörgensen (1911, tab. 3, fig. 60) darstellt.

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

135. *C. tripos* (O. F. Müller) Nitzsch. var. *atlantica* Ostenf., Jörg. (1911, p. 36, tab. 4, fig. 69 bis 73).

Station 7, 12.

136. *C. declinatum* Karsten, Jörg. (1911, p. 42, tab. 4, fig. 87 bis 89).

Station 3, 4, 7, 12.

137. *C. arcuatum* (Gour.) Pavillard, Jörg. (1911, p. 43, tab. 4, fig. 90 und 91).

Station 1, 2, 4, 5, 6, 7, 12.

138. *C. gracile* (Gourr.) Jörg. (1911, p. 44, tab. 5, fig. 92 und 93).

Station 5, 6.

139. *C. gracile* (Gourr.) Jörg. var. *symmetrica* (Pavillard) Jörg. (1911, p. 44, tab. 5, fig. 94).

Station 7.

140. *C. azoricum* Cleve, Jörg. (1911, p. 47, tab. 5, fig. 97 und 98).

Station 3, 4, 5.

141. *C. arietinum* Cleve, Jörg. (1911, p. 48, tab. 5, fig. 102 und 105).

Station 6, 12.

142. *C. gibberum* Gourr., Jörg. (1911, p. 49, tab. 5, fig. 106).

Station 12.

143. *C. gibberum* Gourr. forma *sinistra* Gourr., Jörg. (1911, p. 50, tab. 5, fig. 107 bis 109).

Station 12.

144. *C. Karsteni* Pavillard, Jörg. (1911, p. 53, fig. 116 und 117 *a*, *b*).

Station 2, 4, 6, 12.

145. *C. limulus* Gourr., Jörg. (1911, p. 57, tab. 6, fig. 122).

Station 12.

146. *C. platycorne* Daday (Fig. 11).

Bemerkung. Meine Figur zeigt Ähnlichkeit mit der bei Jörgensen (1911, tab. 6, fig. 125), doch ist das Vorderhorn mehr gebogen und der Raum zwischen den

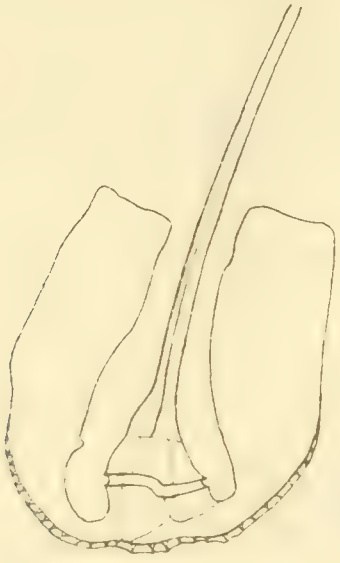


Fig. 11. $^{416}/_{1}$

stark verflachten Hinterhörnern und dem Vorderhorn bei meiner Form breiter.

Station 12.

Sectio **Macroceras** Pavillard.

147. *C. macrocerus* (Ehrenb.) Cleve subspec. *gallica* (Kofoid) Jörg. (1911, p. 63, tab. 5, fig. 134 und 135).

Station 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12.

148. *C. massiliense* (Gourr.) Jörg. (1911, p. 66, tab. 7, fig. 140 bis 142).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

149. *C. massiliense* (Gourr.) Jörg. var. *protuberans* (Karsten) Jörg. (1911, p. 67, tab. 7, fig. 143 bis 145).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

150. *C. carriense* Gourr., Jörg. (1911, p. 78, tab. 8, fig. 147 *a*, *b*).

Station 1.

151. *C. carriense* Gourr. var. *volans* (Cleve) Jörg. (1911, p. 70, tab. 8, fig. 148 *a*, *b* und 149 *a*, *b*).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12.

152. *C. carriense* Gourr. var. *ceylanica* (Schröder) Jörg. (1911, p. 70, tab. 8, fig. 150 *a*, *b*).

Station 2, 6, 12.

153. *C. trichoceras* (Ehrenb.) Kofoid, Jörg. (1911, p. 75, tab. 8, fig. 159 *a*, *b*).

Station 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12.

154. *C. inflexum* (Gourr.) Kofoid, Jörg. (1911, p. 76, tab. 8, fig. 160 *a*, *b* und 161 *a*, *b*).

Bemerkung. Bei der von mir im Golfe von Neapel gefundenen und (1900, tab. 1, fig. 17 *n*) gezeichneten Forma *claviceps* Schröder sind die an der Spitze keulenartig angeschwollenen Hinterhörner einwärts gebogen. In Fig. 12

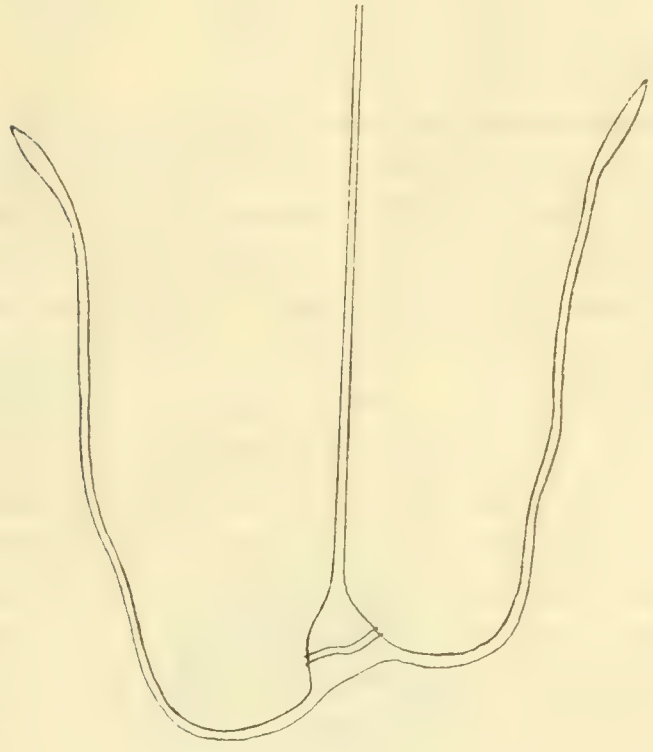


Fig. 12. $^{300}/_{1}$

stelle ich eine Form dar, bei der ich die Hinterhörner nach außen umgebogen fand.

Station 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

155. *C. molle* Kofoid, Jörg. (1911, p. 81, tab. 10, fig. 171).

Station 4, 5, 7, 12.

156. *C. longissimum* (Schröder) Kofoid, Jörg. (1911, p. 82, tab. 10, fig. 173 *a*, *b*).

Bemerkung. Jörgensen bezeichnet die von mir (1900, tab. 1, fig. 17 *i*) dargestellte und auf p. 16 beschriebene Form als »zweifelhaft«, was wohl nur auf einem Mißverständnis seitens Jörgensen's beruhen kann, da ich mit meinen Worten »in etwas abweichender Form«, die Jörgensen besonders zitiert, auf eine geringe Abweichung von der eben vorher angeführten Abbildung bei Schütt (1893, p. 29, fig. 21, V *a*) hingewiesen habe, die Jörgensen scheinbar entgangen ist, da er sie nicht aufführt. Ein Vergleich der Schütt'schen Figur mit der meinigen würde die Zweifel beseitigt haben.

Station 5, 12.

157. *C. reticulatum* (Pouchet) Cleve, Jörg. (1911, p. 86, tab. 10, fig. 182 *a* bis *c* und 183).

Station 1, 2, 4, 6, 7, 8, 12.

158. ***C. aestuarium*** nov. spec. (Fig. 13).

Diagnose. Große und langhornige Form; Körper wenig konvex, ungefähr ebenso lang als breit; Vorderkörper dreieckig, ziemlich gerade, halb so lang als breit, mit konvexen Seitenkonturen; Hinterkörper trapezoidisch, Hinterkontur leicht konvex, vor den Hörnern deutlich abgesetzt. Vorderhorn meist doppelt so lang als die Hinterhörner, gerade oder schwach gebogen. Linkes Hinterhorn wenig nach hinten, aber stark ventralwärts gerichtet, erst ziemlich weit vom Körper ab nach vorn umgebogen, dann leicht gekrümmt, mit dem Vorderhorn parallel gehend oder schwach divergierend. Rechtes Hinterhorn kurz hinter der Querfurche entspringend, erst seitwärts ziemlich weit vom Körper ab, dann bald ventralwärts gerichtet, stärker gebogen als das linke Hinterhorn und wesentlich länger, mit dem Vorderhorn stark divergierend. Panzer des Körpers mit zerstreuten Poren und spärlich mit erhabenen Leisten versehen, die miteinander anastomosieren, ohne ein regelmäßiges Netzwerk von Polygonen zu bilden. Die Hinterkontur und der proximale Teil der Hinterhörner ohne Flügelleiste und Stacheln.

Bemerkung. *C. aestuarium* gehört wegen der vorhandenen Leistenanastomosen und dem Verlauf des linken

Fig. 13 *a*. $^{300}/_{1}$

Fig. 13 *b*. $^{300}/_{1}$

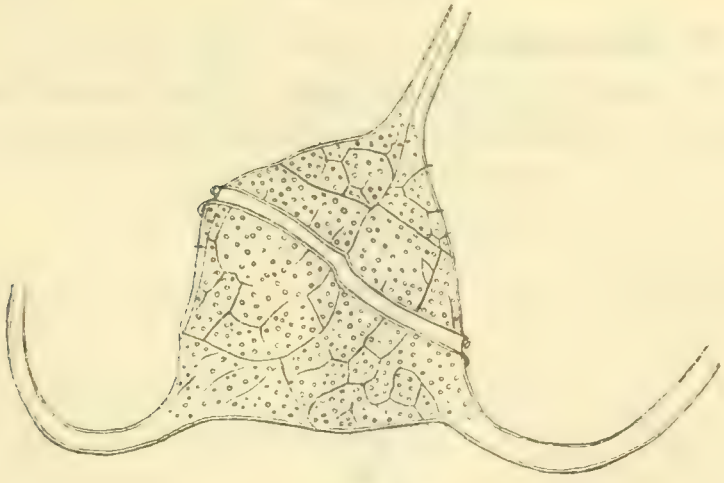


Fig. 13 *c*. $^{416}/_{1}$

Hinterhornes unzweifelhaft zur Subsectio 7 *Reticulata* Jörg. (1911, p. 86). Es unterscheidet sich aber von *C. reticulatum* (Pouchet) Cleve durch die geringe Konkavität

seiner Körpergestalt sowie ganz besonders durch den charakteristischen Verlauf des rechten Hinterhornes, ebenso durch das Fehlen der Polygonleisten, der Flügelleiste und der Stacheln in ihr.

Station 7, 8, 9, 10, 11.

Gattung **Podolampas** Stein.

159. *P. palmipes* Stein (1883, tab. 8, fig. 9 bis 11).
Station 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

160. *P. bipes* Stein (1883, tab. 8, fig. 6 bis 8).
Station 2, 6, 12.

Familie **Gymnodiniaceae.**

Gattung **Amphidinium** Claparède et Lachmann.

161. ***A. aculeatum*** nov. spec. (Fig. 14).

Diagnose. Vorderkörper fast ebenso groß als der Hinterkörper, scharf zugespitzt; Hinterkörper halbkugelig. Länge 15 bis 20 μ. Zellinhalt farblos.

Station 2.

Fig. 14. $^{625}/_{1}$

162. ***A. (?) lanceolatum*** nov. spec. (Fig. 15).

Diagnose. Vorderkörper kurz, knopfförmig, abgerundet; Hinterkörper lanzettlich, fein zugespitzt. Zell-

Fig. 15. $^{625}/_{1}$

inhalt farblos, das Plasma mit stark lichtbrechenden, glänzenden, kugeligen Ballen. 30 bis 35 μ lang.

Station 12.

163. *A. longum* Lohmann, Paulsen (1908, Bd. XVIII, p. 96, fig. 131).
Station 12.

164. ***A. globosum*** nov. spec. (Fig. 16).
Diagnose. Vorderkörper kleiner als der Hinterkörper, beide kugelig abgerundet; Querschnitt kreisrund; Chro-

Fig. 16. $\frac{625}{1}$

matophoren mehrere kleine, bräunliche Plättchen, die zerstreut liegen. Länge 15 bis 30 μ.
Station 2.

Gattung **Gymnodinium** Stein.

165. *G. Poucheti* Lemmerm. (1898, Bd. XVI, p. 358).
Station 12.

Gattung **Spirodinium** Schütt.

166. *S. spirale* (Bergh) Schütt (1895, tab. 21, fig. 65, 66 und 69).
Station 5, 12.

Klasse **Pyrocysteae.**

Familie **Pyrocystinaceae.**

Gattung **Pyrocystis** Murray.

167. *P. pseudonoctiluca* Murray (1885, p. 936, fig. 335 bis 337).
Station 5, 12.

168. *P. fusiformis* Murray (1885, p. 937, fig. 338).
Station 12.

169. *P. lanceolata* Schröder (1900, p. 13, tab. 1, fig. 11).
Station 12.

170. *P. lunula* Schütt (1895, tab. 24 und 25).
Station 5, 12.

Klasse **Flagellatae.**

Familie **Euglenaceae.**

Gattung **Euglena** Ehrenb.

171. *E. viridis* Ehrenb. (1838, p. 107, tab. 7, fig. 9).
Station 8.

Klasse **Chlorophyceae.**

Ordnung **Protococcoideae.**

Familie **Protococcaceae.**

Gattung **Halosphaera** Schmitz.

172. *H. viridis* Schmitz (1879, Bd. 1, p. 67, tab. 3).
Station 12.

Familie **Hydrodictyaceae.**

Gattung **Pediastrum** Meyen.

173. *P. Boryanum* (Turp.) Menegh. Lemmerm. (1903, Bd. XXI, p. 22, fig. 305).
Station 11.

Ordnung **Conjugatae.**

Familie **Zygnemaceae.**

Gattung **Mesocarpus** (Hass.) Wittr.

174. *Mesocarpus* spec. Sterile Fäden.
Station 11.

Gattung **Mougeotia** (Ag.) Wittr.

175. *Mougeotia* spec. Sterile Fäden.
Station 11.

C. Literaturnachweis.

1900. Apstein C., Plankton Rügenscher Gewässer, in: Wissenschaftl. Mitteil., Kiel, Neue Folge, Bd. V.

1896. Aurivillius C. W. S., Das Plankton des Baltischen Meeres, in Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl., Bd. 21, Afd. 4, Nr. 8. Stockholm.

1903. Bachmann H., Botanische Untersuchungen des Vierwaldstättersees. I. *Cyclotella bodanica* (Eulenstein) var. *lemanica* O. Müller und ihre Auxosporenbildung, in: Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. 34. Leipzig.

1845. Bailey J.W., Notice on some new localities of Infusoria fossil and recent, in: Americ. Journ. of Science, Vol. XLVII. New Haven.

1882. Bergh R. S., Der Organismus der Ciliflagellaten, in: Morphol. Jahrb., Bd. 7. Leipzig.

1856. Brightwell Th., On the filamentous, long-horned Diatomaceae, with a Description of the new species, in: Quarterly Journ. of Microsc. Sciences, Vol. VII. London.

1910. Broch Hjalmar, Die *Peridinium*-Arten des Nordhafens (Val di Bora) bei Rovigno im Jahre 1909, in: Archiv für Protistenkunde, Bd. 20. Jena.

1902. Car L., Planktonproben aus dem Adriatischen Meer und einigen süßen und brackischen Gewässer Dalmatiens, in: Zool. Anzeiger, Bd. 25. Jena.

1858 bis 1861. Claparède E. et Lachmann J., Études sur les infusoires et les rhizopodes, in: Mém. institut nat. génévois, 5 bis 7. Genf.

1873. Cleve P. T., Examination of Diatoms found on the surface of sea of Java, in: Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl., Bd. 1. Stockholm.

1878. — On some new and little known Diatoms, in: ebenda, Bd. 18. Stockholm.

1881. — On some new and little known Diatoms, in: ebenda, Bd. 18, Nr. 5. Stockholm.

1883. — Diatoms collected during the expedition of the »Vega«, in: »Vega«-Expeditionens vetenskapliga Jakttagelser, Bd. 3. Stockholm.

1894. — Planktonundersökningar, Cilioflagellater og Diatomaceer, in: Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl., Bd. 20, Afd. 3, Nr. 2. Stockholm.

1897. — A Treatise of the Phytoplankton of the Northern Atlantic und its Tributaries. Upsala.

1901. Cleve P. T., The seasonal distribution of atlantic Plankton-Organisms. Göteborg.

1880. — und Grunow A., Beiträge zur Kenntnis der arktischen Diatomeen, in: K. Svenska Vet.-Akad. Handl., Bd. 17, Nr. 2. Stockholm.

1901. Cori J. und Steuer A., Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 und 1900. in: Zool. Anzeiger, Bd. 24. Leipzig.

1887. Daday E. v., Monographie der Familie der Tintinnoideen, in: Mitteil. aus der zool. Station zu Neapel, Bd. 7. Leipzig.

1888. — Systematische Übersicht der Dinoflagellaten des Golfes von Neapel, in: Termesz. Füzetek, XI. Budapest.

1891. De Toni J. B., Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum, vol. II. Bacillariaceae. Padova.

1838. Ehrenberg C. G., Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig.

1909. Entz G. jun., Beiträge zur Kenntnis der Peridineen, in: Math.-nat. Berichte aus Ungarn, Bd. 20. Leipzig.

1906. Forti A., Alcune osservazioni sul »Mare sporco« ed in particolare sul fenomeno avvenuto nel 1905, in: Nuovo Giornale botanico italiano (N. Serie), Vol. 13, fasc. 4. Firenze.

1890. Gomont M., Essai de classificatien des Nostochacées homocystées, in: Annal. Sc. nat. bot. (7), Tome 16. Paris.

1883. Gourret P., Sur les Péridinéens du Golf de Marseille, in: Annales du Musée d'hist. natur. de Marseille, Tome I, Mém. Nr. 8. Marseille.

1902. Gran H. H., Das Plankton des norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt, in: Report on Norweg. Fishery and Marine Investigations, Vol. II, Nr. 5. Christiania.

1905. — Diatomeen, in: Brandt K., Nordisches Plankton, Vol. XIX, Nr. 5. Kiel und Leipzig.

1865. Greville R. K., Descriptions of new genera and species of Diatoms from Hongkong, in: Annals of Nat. History, Vol. 16, Ser. 3. London.

1863. Grunow A., Über einige neue und ungenügend bekannte Arten und Gattungen der Diatomaceen, in: Verhandl. der k. k. zool.-bot. Gesellsch. in Wien, Bd. 13. Wien.

1900. Jörgensen E., Protophyten und Protozoen im Plankton aus der norwegischen Westküste, in: Bergens Museums Aarbog for 1899, Nr. VI. Bergen.

1911. — Die Ceratien. Eine kurze Monographie der Gattung *Ceratium* Schrank, in: Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 4, Supplement. Leipzig.

1899. Karsten G., Die Diatomeen der Kieler Bucht, in: Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, Bd. 3.

1906. — Das Phytoplankton des Atlantischen Ozeans nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1890 und 1899, in: Wissenschaftl. Ergebn. der deutschen Tiefsee-Expedition, Bd. 2, Teil 2. Jena.

1907. — Das indische Phytoplankton, in: ebenda, Bd. 2, Teil 2. Jena.

1907. Kofoid Ch. A., Dinoflagellatae of the San Diego Region, III, in: University of California publications. Zoology, Vol. 3, Nr. 13. Berkeley.

1864 *a*. Lauder H. S., On new Diatoms. Family *Chaetoceras*, Genus *Bacteriastrum*, in: Trans. Micr. Soc. London (2), Vol. 12. London.

1864 *b*. — Remarks on the marine Diatomacae found at Hongkong with description of new species, in: Trans. Micr. Soc. London, Vol. 12. London.

1898. Lemmermann E., Planktonalgen. Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific, in: Abhandl. des naturw. Vereines Bremen, Bd. XVI. Bremen.

1899 *a*. — Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, X, in: Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, Bd. 18. Berlin.

1899 *b*. — Neue Planktonalgen, in: Botanisches Zentralblatt, Bd. 20. Cassel.

1903. — *Flagellatae, Chlorophyceae, Coccosphaerales* und *Silicoflagellatae*, in: Nordisches Plankton von

Brandt K. und Apstein C., Bd. 21. Kiel und Leipzig.

1901. Lemmermann E., *Silicoflagellatae*, in: Ber. der deutschen botan. Gesellsch., Bd. 18. Berlin.

1903/04. Lo Bianco S., Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht »Puritan« nelle addiacenze di Capri, in: Mitteil. aus der zool. Station zu Neapel, Bd. 16, Leipzig.

1876. Murray J., Preliminary Report on some surface Organisms and their relation to Ocean Deposits, in: Proc. R. Soc. London. Vol. 24. London.

1899. Murray G. and Whitting F. G., New Peridinaceae from the Atlantic, in: Transact. of the Linnean Soc. of London, 2 ser., Botany 5. London.

1907. Paulsen O., The Peridinals of the danish waters, in: Meddelser fra Komm. for Havundersögelser Ser., Plankton 1, 5. Kopenhagen.

1908. — Peridinales, in: Nordisches Plankton, von Brandt K. und Apstein C., Bd. 18. Kiel und Leipzig.

1905. Pavillard J., Recherches sur la flore pélagique (Phytoplankton) de l'Étang de Thau. Montpellier.

1907. — Sur les *Ceratium* du Golfe du Lion, in: Bull. de la Soc. bot. de France, Tome 54 (4e Série, Tome 7). Paris.

1909. — Sur les Péridiniens du Golfe du Lion, in: ebenda, Tome 54 (4e Série, Tome 9). Paris.

1892. Péragallo H., Monographie du genre *Rhizosolenia* et de quelques genres voisins, in: Le Diatomiste, Nr. 8 und 9. Paris.

1883. Pouchet G., Contribution à l'histoire des Cilioflagellées, in: Journ. de l'anat. et de la physiol., Bd. 19. Paris.

1874. Schmidt A., Atlas der Diatomaceenkunde. Aschersleben.

1879. Schmitz F., *Halosphaera*, eine neue Gattung grüner Algen aus dem Mittelmeer, in: Mitteil. aus der zool. Station zu Neapel, Bd. 1, p. 67, tab. 3. Leipzig.

1900. Schröder Br., Das Phytoplankton des Golfes von Neapel, in: Mitteil. aus der zool. Station zu Neapel, Bd. 14. Leipzig.

1901. Schröder Br., Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen, in: Verhandl. des Naturhist.-medizin. Vereines zu Heidelberg, N. F., Bd. VII. Heidelberg.
1906. — Beiträge zur Kenntnis des Phytoplanktons warmer Meere, in: Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrg. 51. Zürich.
1908. — Neue und seltene Bacillariaceen aus dem Plankton der Adria, in: Ber. der Deutschen botan. Gesellsch., Bd. 26 *a*, Heft 8. Berlin.
1895. Schütt F., Das Pflanzenleben der Hochsee. Kiel und Leipzig.
1895. — Die Peridineen der Planktonexpedition, in: Ergebn. der Planktonexpedition der Humboldtstiftung, Bd. 4. Kiel und Leipzig.
1853. Smith W., A Synopsis of the British Diatomaceae. London.
1883. Stein F. v., Der Organismus der Infusionstiere, III. Abt., 2. Hälfte. Leipzig.
1910. Steuer A., Planktonkunde. Leipzig und Berlin.
1911. — Adriatische Planktoncopepoden, in: diese Sitzungsber., Bd. 119, Abt. I, November 1910. Wien.
1880. Van Heurck H., Synopsis des Diatomées de Belgique. Antwerpen.
1901. Weber van Bosse A., Études sur les algues de l'archipel Malaisien, in: Ann. de Buitenzorg. Tome 27, p. 140, tab. 27, fig. 34. Buitenzorg.
1906. Zacharias O., Über Periodizität, Variation und Verbreitung verschiedener Planktonwesen in südlichen Meeren, in: Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. 1. Stuttgart.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. VI. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Die Bestimmung des Absolutwertes der Viskosität bei Silikatschmelzen

von

C. Doelter, k. M. k. Akad., und **H. Sirk.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1911.)

Die Frage nach der Viskosität von Silikatschmelzen ist von größter Bedeutung für die Kenntnis der Zeit, innerhalb welcher die Gleichgewichtszustände sich in diesen einstellen. Die Viskosität beeinflußt so nicht nur den Schmelzprozeß, die Dissoziation und Unterkühlung, sondern kann auch das Krystallisationsvermögen und die Krystallisationsgeschwindigkeit der Schmelzen wesentlich verändern.[1] Eine quantitative Bestimmung der Viskosität von Silikatschmelzen ist daher von größter Wichtigkeit. Leider versagen hier die gewöhnlichen leicht ausführbaren Methoden der physikalischen Chemie, die Messung der Ausflußgeschwindigkeit aus engen Röhren. Früher glaubte man, aus der Möglichkeit, aus einer Schmelze dünne Fäden zu ziehen, auf deren Viskosität schließen zu können, was aber, wie Tammann[2] zeigte, nicht einwandfrei ist, weil dabei auch das Krystallisationsvermögen der betreffenden Substanz eine Rolle spielt. Daher hat der eine von uns[3] durch Beobachtung der Tiefe des Einsinkens eines 165 *g* schweren Platinstiftes die Zähigkeit von Silikatschmelzen in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur angenähert bestimmt und dies-

---

[1] Siehe auch die interessante Zusammenstellung von R. Freis: Schmelzlösungen der Silikate. 10. Jahresbericht des Elisabeth-Kommunal-Obergymnasiums in Lundenburg.

[2] Zeitschrift für Elektrochemie, 1904, Nr. 36.

[3] C. Doelter, Sitzber. der kais. Akad. der Wiss., 1905. Bd. 114, p. 529.

bezügliche Kurven konstruiert. Hierauf bestimmte E. Greiner[1] in seiner wichtigen Arbeit »Über die Abhängigkeit der Viskosität in Silikatschmelzen von ihrer chemischen Zusammensetzung« an diesem Material Viskositäten, indem er die Geschwindigkeit maß, mit der ein Platinstab durch eine bekannte Kraft aus der Schmelze herausgezogen wird.

Diese Methoden gaben aber ausschließlich Werte, die nur den Vergleich von Beobachtungen desselben Forschers ermöglichten. Um jedoch die von verschiedenen Forschern an verschiedenen Materialien bei verschiedenen Temperaturen angestellten Messungen vergleichen zu können, erscheint die Anwendung einer Methode notwendig, die gestattet, die Viskosität der Schmelze in absolutem Maße auszudrücken.

Verwendetes Material.

Wir versuchten zunächst diese Aufgabe an verschiedenen gesteinsbildenden Mineralien zu lösen, aber ohne Erfolg. Da im Temperaturbereich von 1400° der von uns verwendete elektrische Ofen infolge der Reaktion der Platinheizspirale mit ihrer Schamotteunterlage binnen kurzer Zeit unbrauchbar wurde, so konnten nur Temperaturen erreicht werden, bei denen verschiedene Mineralien, wie z. B. Labrador, zu zähflüssig waren, um eine Bestimmung der Viskosität zu gestatten. Andere Silikate, wie z. B. Hornblende sowie auch Schmelzen von Lithiumsilikat, griffen wieder bei hohen Temperaturen das verwendete Gefäßmaterial (Marquardt'sche Masse) so rasch an, daß an eine Messung nicht zu denken war, während z. B. Bleisilikat die Platinbestandteile unseres Apparates angriff. Für viele von den erwähnten Silikaten hoffen wir jedoch später durch Verwendung von Platin als Gefäßmaterial Messungen anstellen zu können. Nach diesen mühevollen und langwierigen Vorversuchen fanden wir endlich im künstlichen Diopsid ein Material, das, wie sich nachträglich zeigte, weder die Wandungen unseres Gefäßes noch die Platinbestandteile unseres Apparates angriff. Trotzdem wurden wir auch bei diesem

[1] E. Greiner, Inauguraldissertation, Jena, 1907.

Material durch die früher angedeuteten Schwierigkeiten zu möglichst raschem Arbeiten bei unseren Messungen gedrängt.

Der eine von uns[1] hat seinerzeit gelegentlich einer Studie über Diopsid ein im Staate Newyork gefundenes Exemplar dieses Minerals analysiert, das keine fremden Beimengungen zeigte.

Die Analyse ergab:

52·79	SiO_2
1·45	Al_2O_3
0·62	Fe_2O_3
5·02	FeO
24·91	CaO
16·09	MgO
100·88	

Nach dieser Analyse wurde von E. Dittler ein Kunstprodukt aus den wasserfreien getrockneten Carbonaten von Kalk, Magnesia, Eisen und wasserfreier Tonerde und Kieselsäureanhydrid hergestellt. Das Eisenoxyd wurde dabei als Ferrooxyd berechnet. Das Gemenge wurde im Kohlenofen bis zur Dünnflüssigkeit geschmolzen und langsam abkühlen gelassen. Die optische Untersuchung ergab 2 bis 3 *mm* große Krystalle mit einer Auslöschungsschiefe $c : \gamma = 38°$, also Diopsid. Glas war keines vorhanden.

Versuchsmethode, Messungen.

In seiner wichtigen, im Jahre 1907 erschienenen Arbeit über Zähigkeitsmessungen bei hohen Temperaturen hat K. Arndt[2] eine Methode ausgearbeitet, um die Viskosität von Schmelzen in absolutem Maße zu bestimmen, und wandte sie auf Schmelzen von Borsäureanhydrid, Natriummetaphosphat und deren Gemenge an. Die Methode Arndt's war in großen Zügen folgende: Er maß die durch die Viskosität bedingte Geschwindigkeit, mit der ein kugelförmiger Platinkörper, der

[1] C. Doelter, Tschermak's Min.-petr. Mitt., I, 1878, p. 55.

[2] Zeitschrift für Elektrochemie, 1907, Bd. 13, p. 578.

an einem Platindraht aufgehängt war, in der Schmelze sank. Der Platindraht hängt an einem Kokonfaden, der an dem oberen Teil der Peripherie eines leicht beweglichen Rädchens befestigt ist, an der er sich beim Steigen oder Sinken des Platinkörpers auf- oder abrollt. Auf der anderen Seite der Peripherie des Rädchens ist in gleicher Weise ein Schälchen befestigt, auf das Gewichte aufgelegt werden können. An dem Rädchen ist durch ein an diesem befestigtes Gegengewicht ausbalanciert ein leichter Zeiger angebracht, der über einer Skala spielt, wodurch die Zeit, die der Fallkörper zum Sinken durch die zwei verschiedenen Marken auf der Skala entsprechende Fallstrecke braucht, leicht gemessen werden kann. Die Verwendung des Apparates zu Viskositätsmessungen beruht auf der durch die Theorie nahegelegten und von Arndt experimentell bewiesenen Tatsache, daß die Geschwindigkeit, mit der der Fallkörper in der zähen Flüssigkeit sinkt, unter sonst gleichen Umständen proportional dem auf ihn wirkenden Übergewicht ist. Man sieht leicht ein, daß daher die der Fallgeschwindigkeit umgekehrt proportionale Zeit für die bestimmte Fallstrecke, multipliziert mit diesem Übergewicht, das sogenannte Fallprodukt, bei Flüssigkeiten gleicher Viskosität gleich groß sein muß, und bei Flüssigkeiten verschiedener Viskosität ist es bis zu niederen Werten der Viskosität dieser proportional, wie Arndt gezeigt hat. Nachdem so das Fallprodukt in der Schmelze gemessen worden war, wurde bei genau gleicher Anordnung des Apparates das Fallprodukt in einer Flüssigkeit, deren Viskosität in C. G. S. bekannt war (Rizinusöl), gemessen und so die Zähigkeit der Schmelze in absolutem Maße bestimmt. Bezüglich weiterer Details verweisen wir auf die Publikation Arndt's. Wir folgten bei unserer Untersuchung der geschilderten Methode mit Ausnahme eines Punktes: Arndt bestimmte nämlich nach einem sinnreichen Verfahren das den Fallkörper treibende Übergewicht, indem er unter sonst gleichen Versuchsbedingungen die Fallgeschwindigkeit bei verschiedenen, das erwähnte Schälchen belastenden Gewichten maß. Da wir aber gezwungen waren, unsere Versuche bei hohen Temperaturen aus den erwähnten Gründen möglichst rasch durchzuführen, erschien

uns diese Methode ungeeignet und wir bestimmten daher das auf den Fallkörper wirkende Übergewicht als das Gewicht der Kugel einschließlich Aufhängevorrichtung (3·11 *g*) weniger dem Gewichte des Schälchens (1·74 *g*) samt den eventuell aufgelegten Gewichten weniger dem Auftrieb des eingetauchten Platinfallkörpers. Als solchen verwendeten wir eine kleine Platinkugel von 6 *mm* Durchmesser, an der mit einer kleinen Öse ein 0·2 *mm* starker Platindraht befestigt war. Die Schmelze befand sich in einem zylindrischen, aus Marquardt'scher Masse von der Berliner Porzellanmanufaktur gefertigten Tiegel. Unten war er durch eine halbkugelförmige Kuppel abgeschlossen. Seine Höhe war 24·5 *cm*, sein innerer Durchmesser 3·2 *cm*. Dieser Tiegel befand sich in senkrechter Stellung in einem 38 *cm* langen elektrischen Vertikalofen von Heräus. Das untere Tiegelende befand sich 2 *cm* über der Ofenmitte. Die Schmelze hatte im Tiegel eine Höhe von 32 *mm*. Dem Wege des Zeigers zwischen den beiden Marken, an denen die Fallzeit bestimmt wurde, entspricht eine Fallstrecke der Kugel von 6 *mm*. Sowohl an deren oberer als an deren unterer Grenze war der Platinkörper einige Millimeter von der Oberfläche der Schmelze beziehungsweise vom Boden des Tiegels entfernt. Der Platindraht führte axial durch den Tiegel. Das Innere des Tiegels war durch Zudecken mit einer kreisförmigen, in der Mitte durchlöcherten Asbestscheibe, durch die der Aufhängedraht des Platinkörpers führte, vor kalten Luftströmen möglichst geschützt worden. Das geschilderte, in Edelsteinlagern leicht bewegliche Rädchen, das uns von Prof. K. Arndt freundlichst zur Verfügung gestellt worden war, wurde ebenso wie die Skala für den Zeiger an einer starken Messingstange, zirka 20 *cm* über dem Ofen an zwei schräg gegenüberstehenden Tragsäulen befestigt.

Die Temperaturmessung geschah mittels Thermoelementes (Platin-Platinrhodium), dessen Lötstelle im Zwischenraum zwischen Heizrohr und Tiegelwand sich in der Höhe der eingefüllten Substanz befand, da es sich wegen des verhältnismäßig kleinen Tiegels als ungeeignet herausstellte, das mit einer Porzellanschutzhülle bekleidete Thermoelement in die Schmelze einzuführen. Die Ablesung der Temperatur geschah

unmittelbar an einem für Temperatur geeichten Galvanometer von Siemens und Halske. Von der sonst obligaten Addition der halben Klemmentemperatur zur abgelesenen Temperatur (bei uns zirka 15°) sahen wir ab, da erfahrungsgemäß bei dieser Art der Anbringung des Thermoelementes die Temperatur im Tiegelinnern um ebensoviel niedriger ist.

Da, wie früher erwähnt, der Auftrieb, den der Platinkörper von der Schmelze erfährt, in die Berechnung der Resultate eingeht, so mußte das Volumen des Platinkörpers und die Dichte der Schmelze bestimmt werden. Das Volumen wurde bestimmt, indem der Fallkörper und der Teil des Drahtes, der bei den Messungen in die Schmelze tauchte, gewogen wurde (2·44 *g*). Aus der Dichte des Platins für Zimmertemperatur (21·5) wurde das Volumen des Fallkörpers bei Zimmertemperatur (0·133 cm^3) berechnet. Für die Temperatur unserer Diopsidschmelze (im Mittel 1290°) ist dieses Volumen um zirka 4% zu vergrößern (0·117 cm^3), mit Rücksicht auf den von Seliwanow[1] bestimmten Ausdehnungskoeffizienten des Platins zwischen 0 bis 1650°.

Die Dichte der Schmelze wurde nach zwei verschiedenen Methoden bei dieser Temperatur von 1290° bestimmt. Zuerst verwendeten wir eine Mohr'sche Wage, bei der als Senkkörper der erwähnte Platinkörper (0·117 cm^3) verwendet wurde. Vorher wurde durch Anbringen entsprechender Gewichte am Wagebalken die Wage ins Gleichgewicht gebracht. Hierauf wurde die Wage am Gestell des Ofens in geeigneter Weise befestigt, so daß der Wagebalken sich zirka 30 *cm* ober dem oberen Rande des Ofens befand. Die Aufhängung des Platinkörpers war so gewählt worden, daß er dabei gerade in die Schmelze eintauchte. Durch Verwendung der früher erwähnten Asbestscheibe wurde Wärmestrahlung und Konvektion möglichst eingeschränkt. Um die Wage wieder ins Gleichgewicht zu bringen, mußten am Wagebalken Gewichte angebracht werden, die 0·33 *g* entsprachen, was also den Auftrieb auf unsere Kugel bei der Temperatur 1290° vorstellt; daraus berechnet sich das spezifische Gewicht des geschmolzenen

[1] Cf. Landolt-Börnstein-Tabellen.

Diopsids zu **2·8**. Außerdem wurde zu derselben Bestimmung die Methode der Indikatoren angewandt. Es zeigte sich, daß der Meionit mit der Dichte 2·73 (bei Zimmertemperatur) in der Schmelze im Schweben blieb, während der leichtere Quarz ($d = 2·6$) auf der Oberfläche schwamm und der schwerere Anorthit ($d = 2·8$) untersank. Dies würde einer Dichte der Schmelze von **2·7** entsprechen (mit Berücksichtigung der Wärmeausdehnung des Meionits), doch glauben wir, die vorhin erwähnte Bestimmung der Dichte zu 2·8 als richtiger annehmen zu müssen.

Da wir nun den auf den Fallkörper wirkenden Auftrieb (0·33 *g*) kennen, so sind alle Bestimmungen gegeben, um das Übergewicht, das unseren Fallkörper sinken läßt, wie eingangs auseinandergesetzt, zu berechnen. Es ergibt sich dieses Übergewicht (in Grammen):

$= 3·11 - 0·33 - 1·74 -$ Gewicht auf dem Schälchen
$= 1·04 -$ Gewicht auf dem Schälchen.

Das Gewicht auf dem Schälchen wurde aufgelegt, um eine zur Messung geeignete Fallgeschwindigkeit zu erzielen. Denn, während eine zu große Fallgeschwindigkeit schwer zu messen ist, zeigte sich, daß bei zu langsamem Sinken der Kugel Störungen eintreten, die ein Reproduzieren der Resultate erschweren.

Die beigegebene Tabelle, welche die bei verschiedenen Temperaturen an unserer Diopsidschmelze ausgeführten Viskositätsmessungen enthält, zeigt in ihrer zweiten Kolonne das auf das Schälchen gelegte Gewicht, in ihrer dritten das auf die angeführte Weise berechnete, auf den Platinfallkörper wirkende Übergewicht. Die vierte Kolonne enthält die in Sekunden gemessene Zeit, die der Zeiger für den Weg zwischen den zwei Marken auf der Skala brauchte. Sie wurde mit einer Fünftelsekunde zeigenden Stoppuhr bestimmt. Wie Arndt, ließen wir den Fallkörper von einem über dem Anfang der Fallstrecke gelegenen Punkte aus sinken, so daß der Fallkörper auf der ganzen Fallstrecke mit konstanter Geschwindigkeit fiel. Wie man sieht, zeigen die einzelnen bei derselben Temperatur angestellten Versuche große Abweichungen; sie

Temperatur in Celsiusgraden	Gewicht auf dem Schälchen	Übergewicht	Fallzeit		Fallprodukt	Viskosität in C. G. S.
			Einzelne Ablesung	Mittelwert		
			0·6			
1300	0·160	0·94	0·6	0·6	0·56	33
			0·6			
			1·8			
			1·6			
			1·2			
			1·6			
			1·6			
			1·6			
1295	0·600	0·44	1·4	1·5	0·66	39
			1·6			
			1·4			
			1·4			
			1·8			
			1·6			
			1·2			
			1·6			
			0·8			
1295	0·100	0·94	0·6	0·7	0·66	39
			1·4			
			1·2			
			1·2			
1290	0·100	0·94	1·2	1·4	1·3	77
			1·6			
			1·6			
			1·4			
			1·8			
1282	0·000	1·04	2·0	1·7	1·8	106
			2·0			
			2·0			
			1·2			
			1·6			
1280	0·100	0·94	2·0	1·9	1·8	106
			2·0			

erklären sich aus der Schwierigkeit, die Schmelze in allen ihren Teilen auf derselben Temperatur zu halten, da sie von oben her durch die kalte Luft trotz der erwähnten Vorsichtsmaßregel abgekühlt wurde, ferner aus dem Umstand, daß die Schmelze am Aufhängedraht des Fallkörpers in unregelmäßiger Weise haftete, sowie aus der Schwierigkeit, die kurzen Fallzeiten genau zu bestimmen. Das Fallen durch Auflegen größerer Gewichte auf das Schälchen zu verzögern, war nicht angezeigt, denn infolge von Störungen wurde dann das Fallen unregelmäßig. Aus den verschiedenen Ablesungen wurde das Mittel genommen und daraus durch Multiplikation mit dem wirkenden Übergewicht das Fallprodukt berechnet (vorletzte Kolonne).

Bei der Temperatur von 1295° wurden zwei Serien von Beobachtungen angestellt; bei der einen befand sich auf dem Schälchen ein Gewicht von 0·600 *g*, was einem Übergewicht des Fallkörpers von 0·44 *g* entsprach, bei der anderen Serie waren 0·100 *g* auf dem Schälchen, entsprechend einem Übergewicht von 0·94 *g*. Mit diesem mehr als doppelt so großen Übergewicht war die Fallzeit um mehr als die Hälfte verkürzt (0·7 gegen 1·5) und die beiden Fallprodukte sind gleich groß, so daß sich auch hier wie bei den Versuchen von Arndt zeigt, daß die Fallgeschwindigkeit unter sonst gleichen Umständen dem Übergewichte proportional ist. Die hier angeführten Fallprodukte geben uns bereits Relativwerte der Viskositäten. Um aber deren Absolutwerte zu erhalten, wurde das Fallprodukt in Rizinusöl bestimmt. Dieses war in einem Tiegel, der mit dem für die Diopsidschmelze verwendeten identisch war, zu derselben Höhe wie diese eingefüllt worden. Durch Ausmessen der Entfernung zwischen Tiegelrand und Messingskala wurde nun der Fallapparat in derselben Weise wie bei den Versuchen mit Diopsid angebracht. Da, wie wir bestimmten, die Dichte von Rizinusöl bei Zimmertemperatur 0·96 ist, so ist wegen des Volumens des Fallkörpers (0·113 cm^3) der auf denselben ausgeübte Auftrieb 0·11 *g*. Da bei den Versuchen auf der Wagschale 1·20 *g* lagen, so ist nach dem Vorigen das Übergewicht des Fallkörpers $= 3{\cdot}11 - 1{\cdot}74 - 1{\cdot}20 - 0{\cdot}11 = 0{\cdot}06\,g$. Es wurden nun in derselben Weise wie früher zehn

Bestimmungen der Fallzeit ausgeführt. Diese ergaben 2·0, 2·2, 2·2, 2·0, 2·2, 2·0, 2·0, 2·2, 2·0, 2·0, im Mittel also 2·1 Sekunden. Das ergibt nach obigem ein Fallprodukt = 0·13. Der Tiegel war bei dieser Messung mehrere Stunden in ein Wasserbad von der Temperatur 23° eingetaucht worden, so daß die Gewähr gegeben war, daß sein Inhalt auch diese Temperatur angenommen hatte. Durch besondere Versuche überzeugten wir uns bei dieser Gelegenheit, daß geringe seitliche Verschiebungen des Fallapparates gegenüber dem Tiegel auf die Fallzeit keinen Einfluß hatten.

Die Viskosität von Rizinusöl beträgt nun nach Kahlbaum und Räber[1] bei 22·6° 7·908, bei 24·8° 6·592 (in C. G. S.), worauf wir für 23° 7·7 als Reibungskonstante des Rizinusöls in C. G. S. interpolieren. Da sich die unter gleichen Bedingungen mit unserem Apparat gemessenen Fallprodukte wie die Zähigkeiten verhalten, so sehen wir, da das Fallprodukt bei Rizinusöl 0·13, daß die Diopsidschmelze bei 1300° zirka fünfmal, bei 1290° zirka zehnmal, bei 1280° hingegen zirka fünfzehnmal so zäh ist wie Rizinusöl.

Wir müssen nun die bei der Schmelze erhaltenen Fallprodukte durch Multiplikation mit $\frac{7 \cdot 7}{0 \cdot 13} = 59$ auf den Wert der inneren Reibung in C. S. G. umrechnen. Diese Werte sind in der letzten Kolonne unserer Tabelle angeführt. Wie man durch Beachten der in der ersten Kolonne angeführten Temperatur ersieht, nimmt, wie zu erwarten, die Viskosität mit sinkender Temperatur außerordentlich rasch zu. Eine Abnahme der Temperatur von 1300 auf 1280° entspricht einer Verdreifachung der Viskosität.

In einer weiteren Serie von Messungen, die wir aber wegen verschiedener dabei aufgetretenen Störungen nicht für quantitativ einwandfrei halten, suchten wir die Zähigkeit bei noch tieferen Temperaturen zu messen. Es zeigte sich, daß beim Sinken der Temperatur plötzlich bei einem Punkte zwischen 1220 und 1240° eine außerordentliche Zunahme der Zähigkeit eintrat, obwohl sich beim Berühren der Substanz

[1] Acta Ac. Leop., *84*, 290 (1905).

mit einem Platinstab zeigte, daß die Substanz noch nicht fest war.

Im Prinzip müßte an unseren Werten aus folgendem Grunde eine Korrektur angebracht werden: Infolge der hohen Temperaturen der Schmelze ist unser Fallkörper um zirka 1% linear gegenüber seiner Größe bei Zimmertemperatur, die bei den Versuchen mit Rizinusöl in Betracht kommt, vergrößert, was unter sonst gleichen Bedingungen ein langsameres Fallen bewirken muß. Um uns über die Größe dieser Verzögerung ein Urteil zu bilden, beachten wir das Gesetz von Stokes über die Bewegung einer Kugel in einer unendlich ausgedehnten zähen Flüssigkeit, wonach unter sonst gleichen Verhältnissen die Geschwindigkeit der Kugel umgekehrt proportional dem Radius ist. Es müßten daher unsere Werte für die Viskosität um 1% verkleinert werden, doch sehen wir in Anbetracht der Unsicherheit unserer Messungen von dieser Korrektur ab.

Aus unserer vorliegenden Untersuchung geht hervor, daß das Studium der Viskosität zu den schwersten Aufgaben der Silikatforschung gehört und daß es sicherlich noch vieler Arbeit bedarf, bis es zum endgültigen Abschlusse gediehen ist.

Zum Schlusse ist es uns eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. K. Arndt für die freundliche Überlassung des Hauptbestandteiles des von ihm angegebenen Fallapparates, des erwähnten Rädchens, und Herrn Privatdozenten E. Dittler für die Herstellung des künstlichen Diopsides zu danken.

Adriatische Planktonamphipoden[1]

von

Prof. Dr. **Adolf Steuer** (Innsbruck).

(Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1911.)

Wie schon kürzlich (Steuer 1911) erwähnt wurde, kannte man bisher keinen einzigen planktonischen Amphipoden aus der Adria. Die Diagnose des von Graeffe (1902) für den Triester Golf angegebenen, von Costa (1865) beschriebenen *Lestrigonus mediterraneus* (= *Hyperia mediterranea*) ist allzu dürftig; die Art muß gestrichen werden. Chevreux (1900) vermutet, daß die Costa'sche Form ein ♂ von *Hyperia schizogenios* Stebbing gewesen sei. Das wird sich heute kaum mehr entscheiden lassen; adriatische Zoologen scheinen bisher die häufigste Hyperiide, *Euthemisto compressa* Goës, als *Hyperia mediterranea* angesehen zu haben. Ich selbst fand einmal (12. Jänner 1903) Hyperinen im Triester Golf, hatte aber damals leider nicht Gelegenheit, sie zu bestimmen. Jedenfalls sind sie im Triester Golf Wintergäste so wie die Umbrosen, an denen sie schon Graeffe (1902) beobachtet hatte. *Umbrosa* (= *Discomedusa*) *lobata* Haeckel kann von Mitte November bis Ende März im Hafen zur Beobachtung kommen (Steuer,

---

[1] Die vorliegende Arbeit ist der 4. Teil der Ergebnisse der auf dem Dampfer »R. Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno in den Jahren 1907 und 1909 unternommenen Planktonfahrten (siehe diese Sitzungsberichte, Bd. CXIX, 1910 (Steuer, Adriat. Planktoncopepoden), Bd. CXX, 1911 (Schröder, Über das Phytoplankton der Adria, Stiasny, Radiolarien aus der Adria).

Für Beistellung von Bestimmungsmaterial bin ich den Herren Prof. K. Babić (Agram), Prof. C. J. Cori (Triest) und Dr. Th. Krumbach (Rovigno) sehr zu Dank verpflichtet.

1910, p. 569). Stiasny (1910) beobachtete sie im Jahre 1908 und 1909 sogar schon gegen Mitte, beziehungsweise Ende Oktober.

Auch der von Krumbach kürzlich bei Rovigno auf *Dëiopea kaloktenota* Chun gefundene Oxycephalide (s. Steuer, 1911) dürfte zugleich mit seiner schönen Wirtin nur in der kühleren Jahreszeit die nördliche Adria aufsuchen. Krumbach beobachtete die Ctenophore seit Dezember 1910, Claus (1888) sah das erste und bis dahin einzige Exemplar im April 1888.

In der südlichen Adria sind die Hyperiden offenbar das ganze Jahr über zu finden, wie die Funde bei Lucietta und Ragusa lehren. Dem ersten Auftreten jugendlicher Individuen zur Winterzeit in der nördlichen Adria mögen dieselben Ursachen zugrunde liegen, die auch das Erscheinen allogenetischer Copepoden dort zur selben Zeit veranlassen, worüber schon im ersten Teil unserer Reiseergebnisse von mir (Steuer, 1910) berichtet wurde.

Nach Fundorten geordnet, ergibt sich auf Grund der vorliegenden Untersuchungen folgende Zusammenstellung adriatischer Planktonamphipoden:

Triest.

Hyperia hydrocephala Vosseler. November 1897 (Sammlung d. zool. Inst. Univ. Innsbruck).

Euthemisto compressa Goës, auf *Umbrosa lobata*, ohne Datum (Typensammlung d. zool. Station Triest); 13. Februar 1907 (leg. Cori, Triest).

Rovigno.

Hyperoche mediterranea Senna. Valdibora, Jänner-Februar 1911 an *Beroë forskåli* Chun.

Glossocephalus adriaticus Steuer. Dezember 1910, Jänner 1911.

Zengg.

Phronima sedentaria (Forsk.), ohne Datum (Zoolog. Museum Agram).

Eiland Lucietta bei Sebenico.

Euthemisto compressa Goës. 30. Juli 1909.

Ragusa.

Phronimella elongata Cls. 15. Juni 1907.
Euthemisto compressa Goës. 15. Juni und 19. Juni 1907.
Phrosina semilunata Risso. 19. Juni 1907.
Eupronoë minuta Cls. 15. Juni und 19. Juni 1907.

Bovallius teilt (1889) die *Amphipoda Hyperiidea* in folgende drei Subtribus ein, von denen Vertreter des ersten bisher noch nicht in der Adria gefunden wurden:

1. *Hyperiidea recticornia*
2. » *filicornia*
3. » *curvicornia.*

Hyperiidea filicornia.

Fam. Phronimidae Dana 1859.

Phronima Latr. 1802.

1. **Ph. sedentaria** (Forsk.). Die beiden, im Agramer zoologischen Museum befindlichen Exemplare wurden im Hafen von Zengg (kroatisches Küstenland), nahe der Küste an der Oberfläche des Meeres gefangen; es sind zwei ♀ von etwa 25 und 15 *mm* Länge; das letztere ist somit nach Vosseler (1901) eine Jugendform, was auch im Bau der Schere zum Ausdruck kommt. Von dem größeren Tiere war auch noch in Bruchstücken das Tönnchen erhalten, in welchem es gelebt; ohne Zweifel stammte dieses von einem *Pyrosoma*, von welchem meines Wissens auch noch keine einzige Art aus der Adria bekannt ist.

Phronimella Cls. 1871.

2. **Ph. elongata** Cls. Ein 4·3 *mm* großes, junges Männchen dieser nach Lo Bianco (1903) pamplanktonischen Phroni-

mide fand sich im Fang von Ragusa (15. Juni 1907). Die Art ist nach Chevreux (1900) kosmopolitisch in warmen und temperierten Meeren beider Hemisphären und war so wie die vorhergehende schon aus dem Mittelmeer bekannt.

Fam. Hyperiidae Dana 1858.

Phronimopsis Claus 1879.

Ph. spinifera Claus. Der von Krumbach (1911) unter diesem Namen angegebene, an *Beroë forskåli* Chun gefundene Amphipode ist tatsächlich *Hyperoche mediterranea* Senna. *Phronimopsis spinifera* Claus ist daher aus der Liste der adriatischen Planktonamphipoden zu streichen.

Hyperoche Bovallius 1887.

3. **H. mediterranea** Senna (Taf. 1). Eine kleine, nur 2·7 *mm* große Jugendform (♂), die Krumbach im Valdibora von Rovigno am 1. Februar 1911 fischte, möchte ich mit der von Senna (1906) aus dem Plankton von Messina beschriebenen Art identifizieren, obzwar sie mit den von Senna gegebenen Zeichnungen und Beschreibungen nicht vollkommen übereinstimmt.

Das Genus *Hyperoche* ist sehr revisionsbedürftig; schon Sars (1890) hält den Wert der von Bovallius (1889) aufgezählten Arten zum Teil für zweifelhaft. Der Gattungscharakter liegt in der Form der Carpalfortsätze der beiden ersten Beinpaare oder Gnathopoden; sie sind kompreß und messerförmig.

Die hier in Betracht kommenden Arten unterscheiden sich im Bau des ersten Gnathopodenpaares in folgender Weise:

Tibialfortsatz lang, nahezu an die Basis des Carpalfortsatzes heranreichend ..... *H. luetkeni* Bovallius.
Tibialfortsatz lang, doch nicht die Basis des Carpalfortsatzes erreichend ..... *H. cryptodactylus* Stebbing.
Tibialfortsatz sehr kurz .... *H. martinezi* Fr. Müller und *H. mediterranea* Senna.

Die beiden letztgenannten Arten unterscheiden sich von einander in folgenden Merkmalen:

Carpalfortsatz der Gnathopoden mit konkavem Hinterrand . . .
H. martinezi Fr. Müller.

Carpalfortsatz der Gnathopoden mit geradem Hinterrand . . . .
H. mediterranea Senna.

Im folgenden gebe ich eine Beschreibung der adriatischen *Hyperoche*-Art. Da mir dazu nur eine Jugendform vorlag, kann ich nur die entsprechende Beschreibung der Jugendform von Messina (nach Senna) zum Vergleich heranziehen. Ob die gefundenen Unterschiede zur Abtrennung der adriatischen Form genügen, werden spätere Untersuchungen an reicherem Material zu entscheiden haben.

Senna hat bereits auf die Unterschiede hingewiesen, durch die sich die Peräopoden, namentlich die hinteren, der Jugendformen im Bau von denen erwachsener Tiere unterscheiden, und diese Erscheinung als Anpassung gedeutet. Die Jungen pflegen nämlich ebenso wie die geschlechtsreifen Weibchen an verschiedenen Medusen zu leben und bedürfen daher besonders zum Anklammern geeigneter Extremitäten, während die erwachsenen Männchen freilebend im Plankton gefunden werden.

Unter den Toraxsegmenten ist das letzte, siebente, das breiteste (Taf. I, Fig. 2). Die Seitenteile der Pleonalsegmente sind hinten abgerundet (Fig. 1). Das erste Urosomsegment ist etwas länger als das folgende, das Telson an der Basis etwas breiter als lang, der Apex abgerundet.

Die Kiemen (vgl. Fig. 5) sind so lang oder sogar etwas länger als die Femora der Peräopoden, während sie bei *H. martinezi* nach Bovallius »merklich kürzer« sind.

Der Femur des ersten Gnathopoden (Fig. 3) hat einen konvexen Vorderrand und fast gerade verlaufenden Hinterrand, an dessen distalem Ende ich eine kleine Borste inseriert finde. Der Hinterrand der Tibia ist in einen löffelartigen Fortsatz verlängert und sein Apex bedornt. Der breite Carpus trägt am distalen Ende des Vorderrandes eine kleine Borste, der Hinterrand des Carpalfortsatzes ist nahezu gerade, nur an der Basis ganz wenig konkav, der Vorderrand gezähnt. Die Spitze des

Carpalfortsatzes erreicht nahezu den Apex des Metacarpus. Der Metacarpus ist namentlich im basalen Teile sehr breit (schmäler bei Erwachsenen nach Senna) und am Hinterrand gezähnt; am Vorderrand sah ich sehr feine Härchen. Die Kralle (Dactylus) ist nackt.

Ähnlich gebaut, nur etwas plumper, ist das zweite Gnathopodenpaar (Fig. 4). Der Tibialfortsatz ist noch kaum angedeutet, am Metacarpus sah ich, dem Hinterrand genähert, zwei kleine Zähnchen. Den zarten Härchenbesatz, den Senna in den distalen Hinterrandpartien der drei mittleren Glieder (Knie, Tibia, Carpus) der Gnathopoden bei erwachsenen Tieren zeichnet, konnte ich auch schon bei meiner Jugendform erkennen.

An dem folgenden Beinpaar, dem dritten Peräopodenpaar (Fig. 5) fällt mir der im Vergleich zu den von Senna gegebenen Bildern reichere Borstenbesatz auf; vielleicht handelt es sich auch hier um eine Eigentümlichkeit der Jugendformen. Besonders auffallend ist der spitz zulaufende Carpalfortsatz, durch welchen sich die Jugendform aus der Adria am auffälligsten von den Tieren aus Messina unterscheidet. Offenbar handelt es sich hier wieder um eine Anpassung an die Lebensweise der Jungen, die sich mit diesem Vorsprung besser an ihrem Wirt festhalten können. Weit weniger stark ist der Carpalfortsatz am folgenden vierten Peräopodenpaare ausgebildet, doch ist sein Hinterrand noch mit Dornen besetzt. An den folgenden Peräopoden fehlt der Carpalfortsatz. Der breite Metacarpus des dritten und vierten Peräopoden ist am Hinterrand bezahnt, an den Metacarpen der folgenden Peräopoden ist die Bezahnung des Metacarpus auf den apikalen Teil des Hinterrandes beschränkt, hier sehr spärlich am fünften, viel reicher am letzten, siebenten Peräopoden (Fig. 6). So wie am dritten (Fig. 5) sehe ich auch an den Gliedern der folgenden Beine kleine Härchen, die Senna z. B. am siebenten Bein nicht zeichnet.

An dem ersten Uropoden fällt bei meinem jugendlichen Exemplar die Kürze des Basalgliedes auf; der Innenast, etwas länger als der Außenast, ist beiderseits, der Außenast nur am Innenrand mit Stacheln versehen. Das zweite Uropodenpaar

erreicht ebensowenig wie das erste den Apex des dritten; dieses hat dicke Basalia, die sich proximal stark verjüngen; sie sind etwa doppelt so lang wie das Telson. Die Bewehrung der Äste ist ähnlich wie bei den vorhergehenden Uropoden. Der Außenast hat auch hier einen nahezu gerade verlaufenden Außenrand, während der Innenast breit blatt- oder lanzettförmig erscheint.

Im Leben soll das Tier, wie Krumbach mir schreibt, rötlich »wie *Beroë forskåli* Chun« gewesen sein, auf der es gefunden worden war.

Unter den Hyperochen, die mir nach Fertigstellung der vorliegenden Arbeit zukamen, fand sich auch ein reifes ♀ mit Eiern. Dieses Material ist indessen für die Typensammlung der zoologischen Station in Rovigno bestimmt und mußte daher geschont werden.

Hyperia Latreille 1823.

4. **H. hydrocephala** Vosseler (Taf. 2). Die fünf ersten Segmente des Thorax sind am Rücken verwachsen (Fig. 1), die beiden letzten frei. Der Kopf ist gerundet, so lang wie die folgenden fünf vereinigten Segmente, beinahe so hoch, wie der ganze Thorax lang ist. Die ersten Antennen sind nach Vosseler (1901) kurz, reichen nicht über den Unterrand des Kopfes herab, sind zweigliedrig, mit 10 in 5 Gruppen zu zwei angeordneten Sinneshaaren an der Unterseite des Geißelgliedes. Bei meinem Tiere finde ich diese Antenne (Fig. 2) merklich länger, an der Innenseite zähle ich nur 3 Borstenpaare, dafür terminal noch ein Härchen. Die eingliedrige zweite Antenne liegt nach Vosseler ganz in der Antennengrube. Ich finde sie bei meinem Exemplar breit und plump, vorstehend; von einigen sehr feinen Härchen abgesehen, ist sie vollkommen nackt.

Der Femur des ersten Gnathopoden (Fig. 3) ist so lang wie die vier folgenden Glieder zusammengenommen, der Vorderrand ungefähr in der Mitte stark erweitert (nach Vosseler im Anfang stark nach vorn gewölbt), der Hinterrand fast gerade, das Knie mit einer, die Tibia mit drei (nach Vosseler vier) Borsten am Ende des Hinterrandes bewehrt; der Carpus (Fig. 4) trägt am Ende des Vorderrandes eine Borste, der

Carpalfortsatz auf einem Rand (nach Vosseler auf beiden Rändern je) 3 Borsten, der Hinterrand 2 Borsten. Der Vorderrand des Metacarpus ist mit 2 Borsten besetzt, der Hinterrand fein gesägt, aber auch der ganze distale Teil des Matacarpus mit feinsten Härchen besetzt. Der Dactylus ist länger als der halbe Metacarpus, der proximale Teil des Konkavrandes fein gesägt.

Der Femur des zweiten Gnathopoden (Fig. 5) ist sehr lang, anfangs schmal, distal etwas breiter. Am distalen Rand des Knies sah ich bei meinem Exemplar eine Borste, an dem der Tibia, deren Hinterrand stark verlängert ist, im ganzen 6 Borsten. Der Carpus (Fig. 6) ist breiter als lang, sein Vorderrand mit 1 Borste, der Carpalfortsatz mit im ganzen 6 Borsten besetzt, der Metacarpus am Vorderrand mit 2 Borsten. Der Dactylus ist ähnlich wie der des ersten Beines fein gesägt.

Der Femur des dritten Beines (Fig. 7) ist stark verbogen, länger als die drei folgenden Glieder zusammengenommen und distal verbreitert. Auch die Tibia ist etwas verbreitert und trägt am Hinterrande 1 Borste. Der Metacarpus, von der Länge der zwei vorhergehenden Glieder, trägt am Hinterrand 2 Borsten (Vosseler zeichnet nur die distale), der Dactylus ist so lang wie der Carpus. Tibia, Carpus, Metacarpus und Dactylus sind am Hinterrand fein gesägt, der letztere aber nur im Anfangsteil. Das folgende Beinpaar zeigt ähnlichen Bau.

An den drei letzten Beinpaaren fällt der distal stark verbreiterte Femur auf (Fig. 1), dessen Vorderrand 3 bis 4 Börstchen trägt. Carpus und Metacarpus sind auch hier am Vorderrand mit feinen Härchen besetzt, ebenso der Dactylus des fünften Beines im basalen Abschnitt (Fig. 8).

Die Pleonsegmente sind annähernd gleich lang, die hinteren Seitenwinkel eckig (an meinem Exemplar wegen zu starker Hyalinität kaum wahrnehmbar).

Das erste Uropodenpaar (Fig. 9) reicht (fast) bis ans Ende des dritten Paares; der Innenast ist länger als der Außenast und so lang wie das Grundglied. Das zweite Uropodenpaar reicht (nach Vosseler) bis zur Mitte des Innenastes des ersten Paares, bei meinem Stück noch darüber hinaus. Sein Grundglied reicht nicht bis an das Ende des ersten und ist viel

schmäler. Das Basale des dritten Uropodenpaares ist am proximalen Ende schmäler als am distalen. Die Außenäste der zweiten und dritten Uropoden sind an der Innenseite, die Äste des ersten an den einander zugekehrten Seiten fein gesägt.

Das Telson ist etwas länger als breit und reicht über die Mitte des benachbarten Grundgliedes hinaus.

Wie man sieht, gleicht das adriatische Tier in allen wesentlichen Punkten dem von Vosseler beschriebenen. Einige Differenzen in der Beschreibung mögen zum Teil auf Altersunterschieden beruhen; mein Tier maß kaum 2 *mm*, Vosseler gibt als Länge 3 *mm* an.

Die Planktonexpedition erbeutete die gefundenen drei erwachsenen ♀ im nördlichen und südlichen Äquatorialstrom.

Das adriatische Tier wurde zugleich mit Sapphirinen im November 1897 im Triester Golf erbeutet.

Euthemisto (F. E. Guérin) 1825.

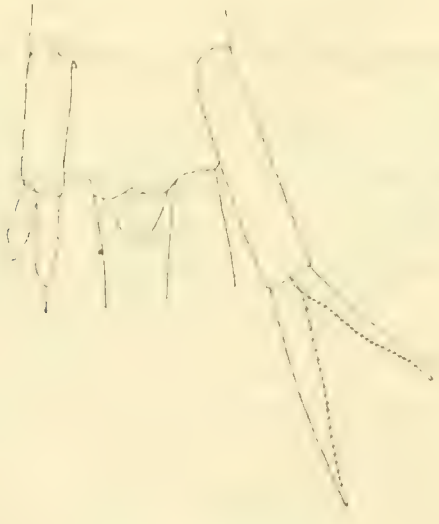
5. *E. compressa* (Goës). Der von Bovallius (1886 bis 1887, beziehungsweise 1889) gegebene Bestimmungsschlüssel führte mich zunächst zu *E. australis* Stebbing; erst eine diesbezügliche Bemerkung Vosseler's (1901, p. 86) klärte den Irrtum auf.[1] In Übereinstimmung mit Stebbing (1888) und Sars (1895) hält dieser Autor die Abtrennung der *E. compressa* (Goës) und der naheverwandten *E. bispinosa* (Boeck) als besondere Arten aufrecht: »Die beiden Arten gleichen sich im Bau der zwei ersten Beinpaare und des Urus . . .„ unterscheiden sich im übrigen aber in folgenden Punkten.

E. compressa.	*E. bispinosa.*
Thorax länger als Pleon. Kopf kürzer als die drei folgenden Segmente.	Thorax kürzer als Pleon. Kopf länger als die drei folgenden Segmente.

[1] Auf die in der Tafelerklärung der Vosseler'schen Arbeit unterlaufene Verwechslung der *E. compressa* und *bispinosa* machte schon Stebbing (1904) aufmerksam.

Bein 3 und 4: Tibia länger als breit; Carpus schlank oval, schmäler als Knie und Tibia zusammen lang.	Bein 3 und 4: Tibia breiter als lang; Carpus unregelmäßig dreieckig, so breit als Knie und Tibia zusammen lang.
Bein 5 nur wenig länger (selten ebenso lang) als das folgende;	Bein 5 doppelt so lang als die folgenden;
Metacarpuskamm ganz niedrig, seine Zähne abwärts gerichtet.	Metacarpuskamm fast so hoch als das Glied breit und senkrecht dazu stehend.«

Bezüglich der Uropoden zeigen sämtliche Exemplare aus der Adria den ersten Uropoden größer als den zweiten. Bei



Textfig. *A*.

einer 4 *mm* großen Jugendform war der rechte erste Uropode verkümmert (Textfig. *A*). Von ähnlichen Asymmetrien der Beine von *E. bispinosa* berichten Stebbing (1888, p. 1409) und Vosseler (1901, p. 85). Die Äste des ersten Uropodenpaares sind sehr schmal; die eigentümliche, schon von Vosseler (1901, p. 83) erwähnte Ausbuchtung in der Basalgegend der einander zugekehrten Seite fand ich namentlich bei größeren

Individuen, weniger deutlich bei den kleinen ausgeprägt. Den Innenast des dritten Uropoden finde ich ebenfalls am Innenrand zart gesägt, desgleichen den entsprechenden Teil des zweiten Uropoden, den Vosseler glatt zeichnet.

Rücksichtlich der maximalen Größe der Tiere geht aus den bisherigen Angaben hervor, daß sowohl *E. compressa* wie *bispinosa* 25 bis 30 *mm* lang werden können; die größten von Sars und Vosseler untersuchten Exemplare maßen aber höchstens 12 bis 16 *mm*, »obwohl einzelne der Weibchen Eier trugen und die Antennen der Männchen vollkommen ausgebildet waren«.

Aus dem Fang von Lucietta (30. Juli 1909) maß das größte Tier, ein ♂, 7·5 *mm*, das größte Exemplar aus dem Fang von Ragusa (15. und 19. Juni 1907) nur 3·5 *mm*. Die größte Länge (fast 8 *mm*) wiesen Tiere aus dem Triester Golf auf, die an *Umbrosa lobata* gesammelt worden waren.

Euthemisto compressa ist im Atlantik vom äußersten Norden bis zum südlichen Äquatorialstrom allenthalben gefunden worden, scheint aber doch im Norden häufiger zu sein (Chevreux, Sars, Stebbing, Vosseler, Intern. Meeresforschung). Die Art lebt jedenfalls, wie kürzlich auch Normann (1909) berichtete, gerne in größeren »Schwärmen«. In quantitativer Hinsicht zeigte die Planktonexpedition, daß ein Maximum der beiden vorerwähnten *Euthemisto*-Arten im Golfstrom (über 959 Stück), ein zweites aber (über 442 Stück) in der Sargassosee gefunden wurde.

Nach der Zahl der bisherigen Fundorte sowohl wie nach der an einzelnen Stellen gefischten Individuenmenge zu schließen, scheint *Euthemisto compressa* der häufigste Planktonamphipode der Adria zu sein. Auf die Ähnlichkeit der Sargassosee mit dem Mittelmeer in faunistischer Hinsicht ist ja schon wiederholt hingewiesen worden. Um so auffallender ist es, daß die Art bei Neapel noch nicht aufgefunden wurde.

Da in den erwähnten Massenfängen der Planktonexpedition unter den jungen Tieren jedenfalls die Art *E. bispinosa* überwiegend war, deren Wohngebiet sich annähernd mit dem unserer Art deckt, ist zu erwarten, daß später auch noch *E. bispinosa* in der Adria aufgefunden werden wird.

Fam. Anchylomeridae Bovallius 1887.

Phrosina Risso 1822.

6. **Ph. semilunata** Risso. Eine 2·6 *mm* große Jugendform dieser zierlichen Hyperiide fand sich im Fang von Ragusa (19. Juni 1907). Aus dem Mittelmeergebiet ist sie von Neapel bekannt, im übrigen jedenfalls ein kosmopolitischer Planktont. Lo Bianco (1903) vermutet, daß sie pamplanktonisch ist.

Hyperiidea curvicornia.

Fam. Pronoidae (Dana 1852) Claus 1879.

Eupronoe Claus 1879.

7. **E. minuta** Cls. Einige Exemplare dieser bereits aus dem Mittelmeer bekannten Art fanden sich im Fang von Ragusa vom 15. und 19. Juni 1907.

Der Carpalfortsatz des zweiten Gnathopoden ist nach Claus (1887) »am Grunde winkelig gebogen«. Ich möchte diesem Merkmal keine zu große Bedeutung beilegen, da es am selben Individuum variieren kann: ich sah den Winkel an dem Gnathopoden der einen Seite ähnlich, wenn auch nicht so ausgesprochen, wie ihn Claus (1887, Taf. XIV, Fig. 9) zeichnet, an dem Gnathopoden der anderen Seite aber fehlte er.

Fam. Oxycephalidae Spence Bate 1861.

Glossocephalus Bovallius 1887.

8. **Gl. adriaticus** Steuer (Taf. III). Die Gattung *Glossocephalus* ist leicht zu erkennen an dem verhältnismäßig kurzen und breiten Kopf, der vorn in ein breites, abgerundetes Rostrum endigt. Die Unterseite des Rostrums ist offen, der Hinterkopf etwas eingeschnürt. Die beiden ersten Beinpaare (Gnathopoden) sind cheliform, Femur, Tibia, Carpus und Metacarpus des fünften Beinpaares auffallend verbreitert. Das letzte, von der Telsonplatte nicht getrennte Urosomsegment ist länger, doch nicht doppelt so lang wie das vorhergehende, die Innenäste

aller drei Uropodenpaare sind frei, mit den zugehörigen Basalia nicht verwachsen. Das Telson ist kurz, zungenförmig.

Die beiden bisher bekannten Arten aus dem tropischen Atlantischen, beziehungsweise Indischen Ozean unterscheiden sich untereinander und von unserer Form durch folgende Merkmale:

1. Der Hinterrand des Metacarpus des ersten Beines (= ersten Gnathopoden) ist glatt. Das siebente Beinpaar ist länger als der Femur des sechsten . . . . . *Gl. milne-edwardsi* Bovallius.

2. Der Hinterrand des Metacarpus des ersten Beines (= ersten Gnathopoden) ist ungefähr in seiner Mitte bewehrt mit einem starken Zahn und dahinter, proximalwärts mit zwei kleinen Zähnchen. Das siebente Beinpaar ist kürzer als der Femur des sechsten . . . . . *Gl. spiniger* Bovallius.

3. Der Hinterrand des Metacarpus des ersten Beines (= ersten Gnathopoden) ist im distalen Teile mit einem schwachen Zahn bewehrt; das siebente Beinpaar ist länger als der Femur des sechsten . . . . . *Gl. adriaticus* Steuer.

Von oben gesehen (Fig. 2) erscheint der Kopf etwas kleiner als die vier ersten Thoraxsegmente. Das Integument ist nicht vollkommen glatt, sondern namentlich das Rostrum zeigt kleine flache Erhabenheiten, auf denen zahlreiche feine Härchen entspringen. In geringerer Zahl finden sich diese auch sonst am Körper zerstreut (Fig. 1).

Das Rostrum ist ungefähr halb so lang wie der übrige Kopf, die zwei ersten Thoraxsegmente sind schmal, das fünfte ist das breiteste. Die Seitenteile der Pleonalsegmente sind hinten abgerundet.

Der Carpalfortsatz des ersten Beines (Fig. 3) geht in eine scharfe Spitze aus, an deren beiden Seiten sich je eine kleine Zacke befindet. Proximal davon steht nahe am Hinterrand eine Borste. Der Hinterrand des Metacarpus verläuft gerade, bis er distal gegen den Dactylus umbiegt. An der Umbiegungsstelle steht ein kleiner Zahn. Der Vorderrand des Metacarpus ist stark konvex und geht distal in eine kleine Spitze aus, neben der zwei Härchen stehen. Der Dactylus ist glatt.

Ähnlich ist das zweite Beinpaar (Fig. 4) gebaut. Nahe der Spitze des Carpalfortsatzes steht eine kleine Borste wie an derselben Stelle des ersten Beines. Der Hinterrand des Metacarpus ist ebenfalls nahezu gerade und entbehrt des distalen Zahnes; der Vorderrand ist weit weniger konvex. Der Dactylus gleicht dem des ersten Paares.

Das dritte Bein ist das längste, seine Glieder sind so wie die des etwas kürzeren vierten Beines schmal, Femur und Tibia, Carpus und Metacarpus langgestreckt. An beiden Beinen stehen vereinzelt Härchen. Der im Vergleich zum vorhergehenden Beine etwas kürzere Metacarpus des vierten Beines zeigt am Hinterrand an der Basis der Härchen eine Reihe (4) kleiner Zähnchen.

Am breitesten ist das fünfte Beinpaar. Alle Glieder (am undeutlichsten das Knie) sind am Vorderrande, Carpus und Metacarpus aber auch am Hinterrande gesägt. Ähnlich gebaut, nur kürzer und schmäler ist das sechste Beinpaar. Der Vorderrand des Carpus und Metacarpus ist hier deutlich doppelt gesägt.

Der breite Femur des siebenten Beinpaares ist ungefähr so lang wie der vorhergehende und ungefähr so lang wie die übrigen Glieder des siebenten Beinpaares zusammengenommen.

Das mit dem Telson verwachsene letzte Urosomsegment (Fig. 5) ist etwas breiter als das von *Gl. milne-edwardsi*; auch die beiden ersten Uropodenpaare sind dementsprechend weniger lang. Am Außenrand des Basale des zweiten Uropoden konnte ich nur zwei Zacken wahrnehmen.

Das einzige, dieser Beschreibung zugrunde liegende Exemplar war nur 3·3 *mm* lang; es wurde im Dezember 1910 von Th. Krumbach in Rovigno an *Deïopea* erbeutet; im Leben soll das Tier »hell, durchscheinend, wie *Deïopea*« gewesen sein.

Erst nach Abschluß meiner Untersuchungen schickte mir Krumbach einige Glossocephalen, worunter sich auch ein reifes, 1 *cm* großes ♀ mit Eiern im Brutraume befand; dieses war freischwimmend gefunden worden. Da das Exemplar für die Typensammlung der Rovigneser Station bestimmt ist und

nicht zerzupft werden durfte, muß ich mich auf eine kursorische Beschreibung jener Merkmale beschränken, durch welche es sich von der vorher besprochenen Jugendform unterscheidet.

Der Kopf mit dem etwas verschmälerten Rostrum ist bedeutend kleiner als die vier ersten Thoraxsegmente zusammengenommen. Die Seitenteile der Pleonalsegmente sind nicht so stark abgerundet und ähneln dadurch mehr dem *Gl. milne-edwardsi*. Die Extremitäten sind bei dem erwachsenen Tier viel länger als bei der Jugendform, im besonderen das dritte und vierte Beinpaar.

Das erste Beinpaar (Fig. 6) des erwachsenen Tieres ist im wesentlichen dem der Jugendform gleich gebaut. Der Borstenbesatz nur ist reicher ausgebildet. So hat die schon erwähnte Borste am Carpalfortsatz an Größe zugenommen. Nahe dem Vorderrand des Carpalfortsatzes sah ich eine weitere, doch viel kleinere Borste, am folgenden Gnathopoden (Fig. 7) deren zwei. Die distale Spitze des Metacarpus ist an beiden Extremitätenpaaren jetzt deutlich wahrnehmbar.

Am vierten Fuße ist der Hinterrand des Carpus und Metacarpus, am fünften Fuße auch die Tibia beiderseits gezähnt.

Das Basale des zweiten Uropoden ist am Außenrande wie das Basale des ersten Uropoden dicht gezähnt. Bei *Gl. milne-edwardsi* zeichnet Bovallius weit voneinander abstehende, haardünne Erhebungen.

Literaturverzeichnis.

Bovallius C., Contributions to a monograph of the Amphipoda Hyperiidea. In: Konigl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar, Bd. 21, Nr. 5 (1887), und Bd. 22, Nr. 7 (1889).
— The Oxycephalids. In: Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, 3. Ser., Bd. 14 (1890).

Chevreux Ed., Amphipodes provenant des campagnes de l'Hirondelle. In: Resultats des camp. sc.... par Albert Ier, Fasc. 16 (1900).

Claus C., Die Platysceliden, Wien, Alf. Hölder, 1887.
Über *Deïopea kaloktenota* Chun als Ctenophore der Adria. In: Arb. zool. Inst. Wien, Bd. 7 (1888).

Costa A., Sopra una specie mediterranea del genere Lestrigonus. In: Rendiconto dell'Accademia delle scienze fisiche e matematiche, Anno 4to, p. 34 (1865).

Graeffe Ed., Übersicht der Fauna des Golfes von Triest. V. *Crustacea*. In: Arbeiten a. d. zool. Inst. Wien, Bd. 13, Heft 1, 1900 (1902).

Krumbach Th., Notizen über die Fauna der Adria bei Rovigno etc. IV. Die Ctenophorenfauna von Rovigno nach den Novemberstürmen 1910. In: Zool. Anz., Bd. 37 (1911).

Lo Bianco S., Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht »Puritan« nelle adiacenze di Capri ed in altre località del Mediterraneo. In: Mitth. a. d. zool. Station Neapel, Bd. 16 (1903 bis 1904).

Mayer P., Carcinologische Mitteilungen. II. Die Gehäuse der Phronimiden. In: Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel, Bd. 1 (1879).

Norman A. M., The Celtic Province: its extent and its marine fauna. An adress... In: Trans. Hertfordshire. N. H. Soc., Bd. 14 (1909).

Sars G. O., A account of the Crustacea of Norway. Bd. 1. Amphipoda. Christiania and Copenhagen. A. Cammermeyers Forlag, 1895.

Senna A., Su alcuni amfipodi iperini del plancton di Messina. In: Bollettino della società entomologica italiana. Anno 38 (1906).

Stebbing Th. R. R., Report on the Amphipoda collected by H. M. S. Challenger. In: Report on the Scientific Results of the voyage of H. M. S. Challenger. Zoology, Bd. 29 (1888).

— The Amphipoda and Cladocera. (Biscayan Plankton.) In: Transactions of the Linn. Society of London, Bd. 10, P. 2, 2nd Ser. Zoology, 1904.

Steuer Ad., Planktonkunde, Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1910.

— Adriatische Planktoncopepoden. Sitzgsb. kais. Akad. Wissensch. Wien, math. naturw. Klasse, Bd. 119, Abt. 1 (1910).

— Ein Vertreter der *Hyperiidea curvicornia* aus der Adria. In: Zool. Anz., Bd. 37 (1911).

Stiasny G., Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1908. In: Zool. Anz., Bd. 34 (1909).

Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1909. In: Zool. Anz., Bd. 35 (1910).

Vosseler J., Die Amphipoden der Plankton-Expedition. I. *Hyperiidea* I. In: Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. 2, G. e., 1901.

***, Catalogue des espèces de.. plankton... depuis le mois d'août 1902—mai 1905. Publications de circonstance, Nr. 33, Copenhague 1906.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

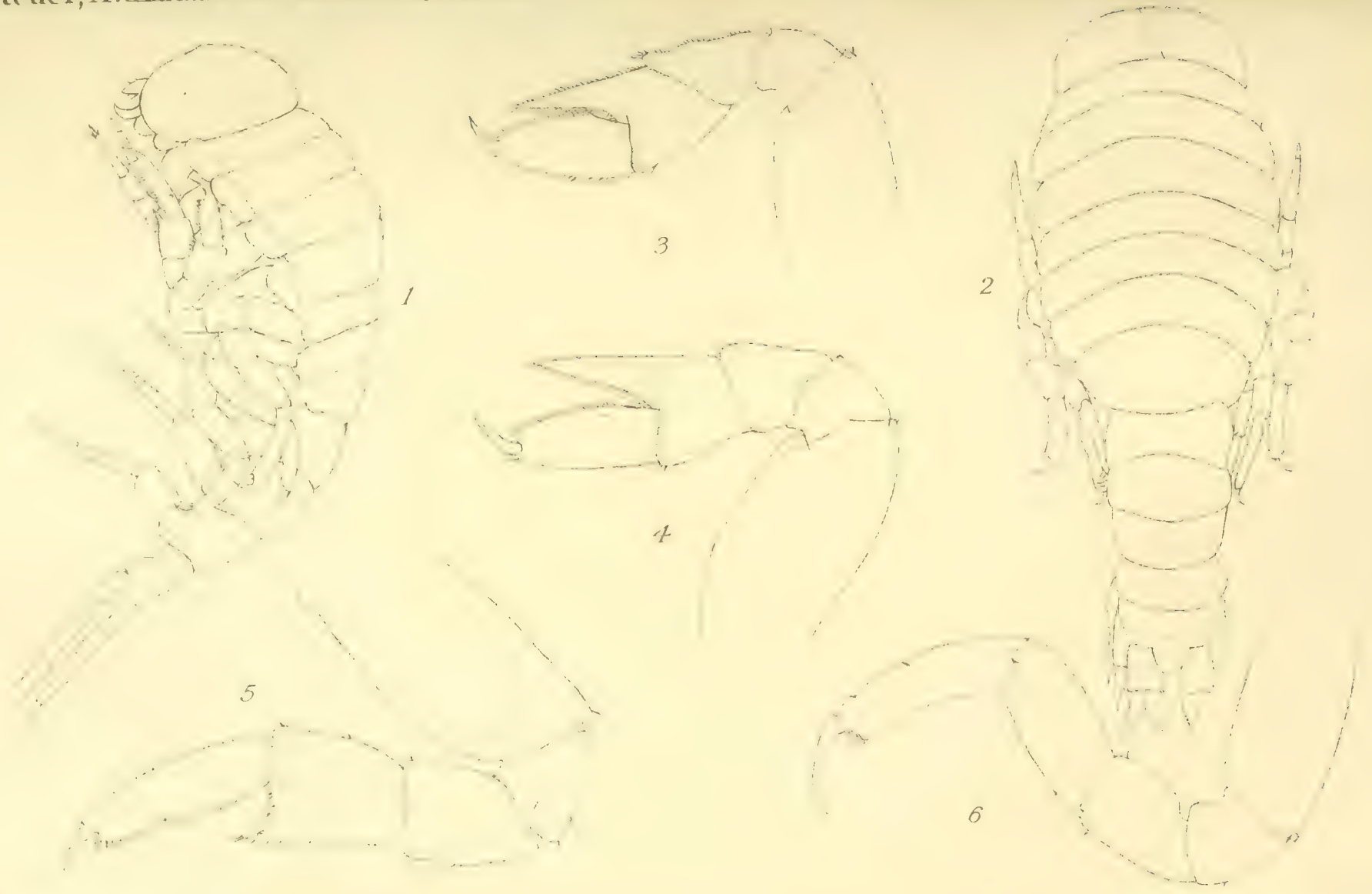
Fig. 1. *Hyperoche mediterranea* Senna, juv., von der Seite gesehen.
Fig. 2. » » » » von oben gesehen.
Fig. 3. » » » » erstes Bein.
Fig. 4. » » » » zweites Bein.
Fig. 5. » » » » drittes Bein.
Fig. 6. » » » » siebentes Bein.

Tafel II.

Fig. 1. *Hyperia hydrocephala* Vosseler, von der Seite gesehen.
Fig. 2. » » » die beiden Antennenpaare, von vorne gesehen.
Fig. 3. » » » erstes Bein.
Fig. 4. » » » erstes Bein, die letzten Glieder, stärker vergrößert.
Fig. 5. » » » zweites Bein.
Fig. 6. » » » zweites Bein, die letzten Glieder, stärker vergrößert.
Fig. 7. » » » drittes Bein.
Fig. 8. » » » die letzten Glieder des fünften Beines.
Fig. 9. » » » Urus mit Uropoden.

Tafel III.

Fig. 1. *Glossocephalus adriaticus* Steuer, juv., von der Seite gesehen.
Fig. 2. » » » von oben gesehen.
Fig. 3. » » » erstes Bein.
Fig. 4. » » » zweites Bein.
Fig. 5. » » » Urus mit Uropoden.
Fig. 6. » » » erwachsenes ♀, Metacarpus und Dactylus des ersten Beines.
Fig. 7. » » » erwachsenes ♀, Carpalfortsatz, Metacarpus und Dactylus des zweiten Beines.

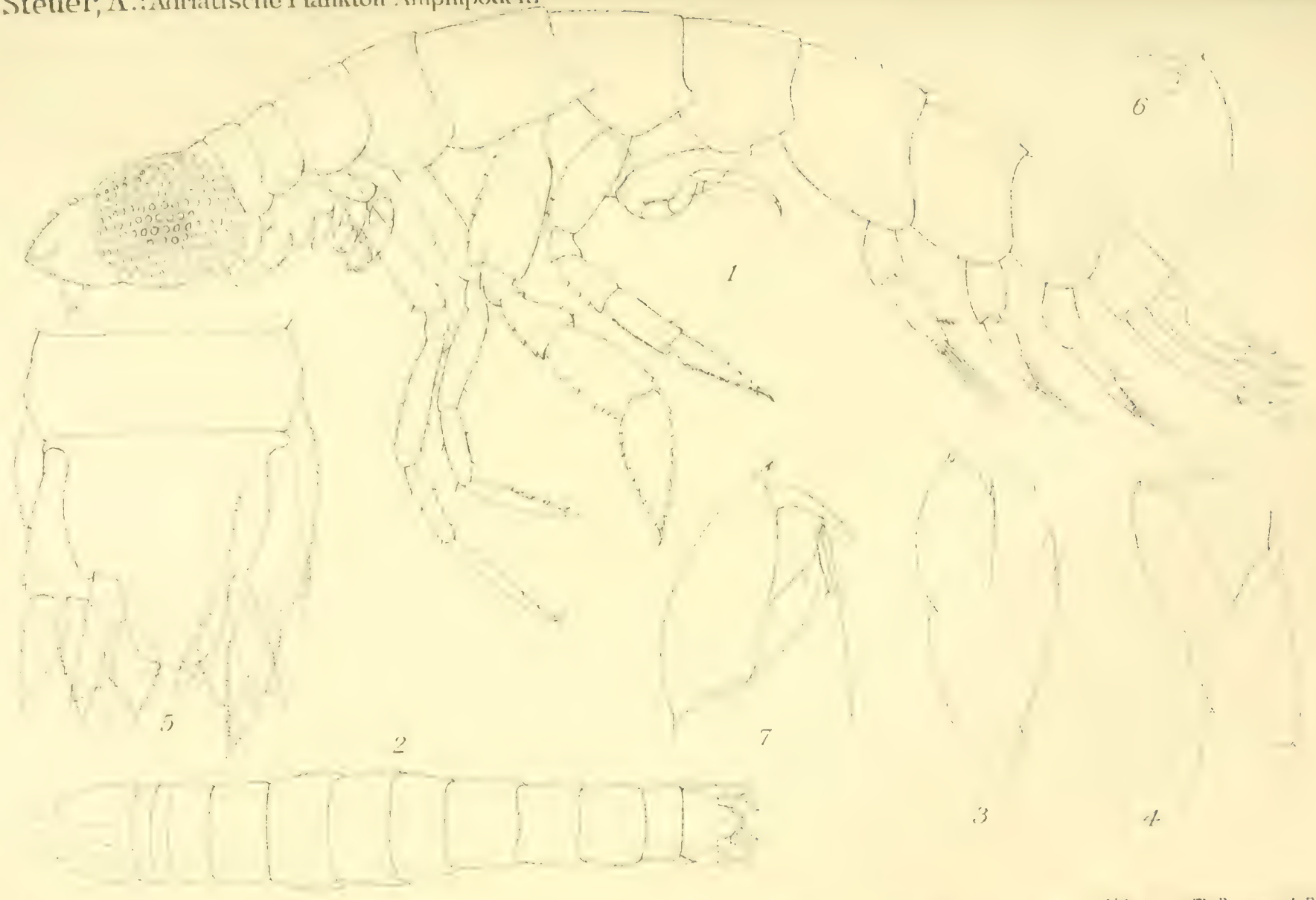


Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Übergangsbildungen von Pollen- zu Fruchtblättern bei Humulus japonicus Sieb. et Zucc. und deren Ursachen

von

W. Figdor.

(Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1911.)

Unter den zahlreichen Bildungsabweichungen, welche in der teratologischen Literatur[1] erwähnt werden, hat das Vorkommnis einer Umwandlung von Staubblättern in Fruchtblätter, für welche Erscheinung der Ausdruck »Pistillodie« kurz gebraucht wird, und das umgekehrte Geschehen, das Auftreten von Übergangsbildungen zwischen Carpiden und Pollenblättern, von jeher das Interesse der Forscher in Anspruch genommen. Beide Erscheinungen geben ja, ganz abgesehen davon, daß sie für die Morphologie der Blüte von Wichtigkeit sind, einen Hinweis, bei welchen Arten es eventuell gelingen könnte, das Geschlecht der Pflanzen auf experimentellem Wege zu beeinflussen. Versuche nach dieser Richtung sind gerade in letzter Zeit vielfach durchgeführt worden.[2]

[1] Von Zusammenstellungen diesbezüglich vgl. Moquin-Tandon, Pflanzenteratologie. (Aus dem Französischen mit Zusätzen von I. C. Schauer, Berlin, 1842), M. T. Masters, Vegetable Teratology. London, 1869 (Übersetzt von U. Dammer. Leipzig, 1886) und Penzig, Pflanzen-Teratologie, Bd. I (1890) und Bd. II (1894).

[2] Vgl. Correns, Zur Kenntnis der Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihrer Beeinflußbarkeit. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 44 (1907). Weitere Untersuchungen über die Geschlechtsformen polygamer Blütenpflanzen und ihre Beeinflußbarbeit. Ebendort Bd. 45 (1908), sowie die Arbeiten dieses Forschers in den Ber. d. Deutschen Bot. Ges. (1904, 1905, 1906 und 1908). — Klebs, Über künstliche Metamorphosen. Abhandl. d. naturf. Ges. zu Halle, Bd. 25 (1906), p. 135 ff. — Strasburger, Über geschlechtbestimmende Ursachen. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 48 (1910), p. 427 ff.

Es ist hier nicht der Ort, all die bekannten Anomalien im Bau der Blüten, durch die eine Geschlechtsänderung dieser nach außen hin zum Ausdruck kommt und deren Ursachen zu besprechen, sondern es soll einstweilen nur das diesbezüglich bisher Bekannte für eine Unterfamilie der *Moraceae*,[1] für die *Cannaboideae* angeführt werden. Die einzigen Repräsentanten dieser sind die Gattungen *Cannabis* und *Humulus*. Erstere ist durch eine Spezies, *C. sativa* L., letztere durch zwei, *H. Lupulus* L. und *H. Japonicus* Sieb. et Zucc. vertreten. Die Blüten sind bei diesen Pflanzen normalerweise stets eingeschlechtig, die Blütenverteilung ist eine diöcische.

Gasparrini[2] beschreibt zuerst männliche Blüten von *Cannabis*, deren Antheren in manchen Fällen Narben trugen, und Masters[3] erwähnt, daß er bei derselben Art hermaphroditische Blüten beobachtet habe, ohne jedoch nähere Angaben betreffs dieser interessanten Erscheinung zu machen. Molliard[4] gelang es später ebensolche Bildungsabweichungen, wie sie Gasparrini sah, an Pflanzen und zwar durch kümmerliche Ernährung künstlich hervorzurufen. Er betrachtet als Ursache der Transformation der männlichen Blüten in weibliche die schwache Intensität des Lichtes, bei welcher die betreffenden Individuen gezogen wurden, nachdem sich die Bodenbeschaffenheit, der Feuchtigkeitsgehalt einerseits der Atmosphäre, andrerseits des Bodens und auch die Wärme als irrelevante Faktoren erwiesen hatten. Derselbe behauptet auch, daß seine im Freiland durchgeführten Versuche durch Beschattung der Pflanzen ganz ähnliche Resultate zeitigten, wie die im Gewächshaus angestellten, auf Grund derer er sich zu einer Analyse der

[1] Vgl. Engler, *Moraceae* in Engler und Prantl's nat. Pflanzenfamilien, Bd. III, Abt. I, p. 96 ff. — Wettstein, Handbuch der systematischen Botanik. Bei Deuticke in Wien, 2. Aufl. (1911), p. 505. — Braungart, Der Hopfen als Braumaterial (bei R. Oldenburg in München und Leipzig 1901) u. a.

[2] J. Gasparrini, Ricerche sulla embryogenia della Canapa. Atti de r. Accad. d. Sc. fis. et math., I, 1862. Mit Abbildungen. (Taf. III.)

[3] Masters, l. c., p. 227.

[4] M. Molliard, Sur la détermination du sexe chez le Chanvre. Comptes rendus des séances de l'Academie des sciences, t. 125 (1897), p. 792, und Molliard, De l'Hermaphrodisme chez la Mercuriale et le Chanvre. Revue générale de Botanique, t. X (1898), p. 321 ff. (mit Abbildungen).

einzelnen in Betracht kommenden Faktoren berechtigt glaubte.

Strasburger,[1] der die Versuche Molliard's wiederholte, konnte jedoch in keinem einzigen Falle irgendwelchen Hermaphroditismus der Blüten beobachten, obwohl die Versuche in großer Zahl eingeleitet worden waren, und nimmt deshalb an, daß Molliard zufälligerweise Samen einer zum Hermaphroditismus und auch zur Monöcie neigenden Rasse für seine Kulturen verwendet hat. Nebenbei sei erwähnt, daß auch ich unter annähernd gleichen Vegetationsbedingungen, die bei *Humulus japonicus* Übergangsbildungen von männlichen Blüten in weibliche hervorriefen, einmal das Auftreten solcher bei *Cannabis* beobachtete.[2] Über die Häufigkeit des Vorkommens dieses Phänomens möchte ich mich jedoch noch nicht äußern, da Versuche hierüber erst in größerer Zahl, als dies bisher geschehen, durchgeführt werden müssen.

Ähnliche Bildungsabweichungen, wie sie für *Cannabis* angegeben werden, oder andere sind weder für *H. Lupulus* noch für den in unseren Breiten einjährigen *H. japonicus*,[3] der im Jahre 1886 von Haage & Schmidt (Erfurt) in Deutschland[4] eingeführt wurde, bekannt, soweit ich die einschlägige Literatur übersehe.[5]

Als ich vor einigen Jahren wegen einer bestimmten Fragestellung zahlreiche Exemplare von *H. japonicus* sowohl von der typischen Art wie auch von einer Varietät dieser

[1] Strasburger, Versuche mit diöcischen Pflanzen in Rücksicht auf Geschlechtsverteilung. Biolog. Zentralblatt, Bd. XX (1900), p. 725 ff.

[2] Dieses Verhalten sei unter anderem deshalb hervorgehoben, weil N. Zinger (Beiträge zur Kenntnis der weiblichen Blüten und Infloreszenzen bei Cannabineen, Flora oder allgem. bot. Ztg., Bd. 85 [1898], p. 230), auf Grund seiner Untersuchungen sich zu folgendem Ausspruche veranlaßt sieht: »Ich habe mich überzeugen können, daß *H. japonicus* durch eine ganze Reihe von Merkmalen dem Hanf viel näher steht als der gewöhnliche Hopfen«.

[3] Engler (l. c., p. 96) gibt an, daß diese Art ebenso wie *H. Lupulus* mehrjährig ist. Bei uns ist sie im Freien einjährig. Bisher glückte es mir auch im Gewächshause nicht, ein Individuum mehrere Jahre hindurch zu erhalten.

[4] Nach freundlicher brieflicher Mitteilung dieser Firma. Braungart (l. c., p. 151) erwähnt, daß E. Bretschneider (Petersburg) diese Pflanze bereits um das Jahr 1880 nach Paris gebracht hat.

[5] Vgl. unter anderem Penzig, l. c., Bd. II (1894), p. 292.

mit panachierten Blättern (fol. var.) kultivierte, beobachtete ich, daß an manchen männlichen Pflanzen neben normalen Blüten sich solche befanden, welche auf den ersten Blick hin als zwitterige anzusprechen waren und zwar infolge des Umstandes, daß aus den Blüten die für die weibliche Blüte charakteristischen langen Narben[1] hervorragten. Es mußten daher solche Exemplare als andromonöcisch angesprochen werden. Eine nähere Untersuchung zeigte, daß sich nicht etwa ein in den männlichen Blüten rudimentär vorhandenes Gynoeceum entwickelt hatte, sondern daß ein Staubblatt teilweise in ein Fruchtblatt umgewandelt worden war. Nur in einigen wenigen Fällen habe ich auf ein und derselben Pflanze neben typischen männlichen Blüten anscheinend normale weibliche,[2] die den Abschluß der einzelnen Pflanzen bildeten, in geringer Zahl auftreten gesehen (gewöhnliche Monöcie). Zwei derartige Pflanzen und zwar der Varietät fol. var. fielen besonders dadurch auf, daß in dem Wirtel, knapp unterhalb der Vegetationsspitze, durch ein kurzes Internodium von dieser getrennt, neben normalen männlichen Blüten auch einige mit narbentragenden Antheren vorhanden waren; es kommt demnach hier auch »Cönomonöcie« vor.[3] Bei *H. japonicus* sind Abweichungen von der normalen, diöcischen Geschlechtsverteilung bisher noch nicht erwähnt worden, hingegen wurde bei *H. Lupulus* (und auch bei *Cannabis*) gelegentlich Monöcie beobachtet; bei ersterer Pflanze äußert sie sich gewöhnlich in der Weise, daß die weiblichen Kätzchen (Zapfen), wenn sie in einer männlichen Rispe auftreten, terminal an deren Verzweigungen stehen.[4]

[1] Betreffs der Anzahl dieser vgl. das Folgende auf p. 695 ff. Die normale weibliche Blüte besitzt zwei Narben; ob dieselben die Enden von zwei Griffeln oder vielleicht die Enden der Schenkel eines kurzen zentral gestellten Griffels sind, lasse ich dahingestellt.

[2] Der Bau dieser wich in gar nichts von den Blüten normaler weiblicher Pflanzen ab, wie die morphologische Untersuchung ergab, abgesehen davon, daß die Blüten der Größe nach sehr reduziert erschienen.

[3] Vgl. Knuth, Handbuch der Blütenbiologie. W. Engelmann, Leipzig (1898), p. 35.

[4] Penzig, l. c., Bd. II, p. 292. Eine Abbildung dieser Erscheinung findet sich in Masters' Pflanzenteratologie, Fig. 108. Vgl. auch Braungart, l. c.,

Nach diesen einleitenden Bemerkungen möchte ich der Übersichtlichkeit halber zunächst das Aussehen der Blüten beschreiben, in denen Formen des Überganges von Pollen- zu Fruchtblättern auftraten, sodann die ganz eigene Tracht der Pflanzen, welche derartige Bildungen hervorbrachten, und schließlich sollen die Bedingungen im allgemeinen angegeben werden, unter welchen es gelingt, ebensolche Individuen aus Samen[1] heranzuziehen. Ich glaube dies tun zu dürfen, da sich meine Erfahrungen diesbezüglich bereits über einen Zeitraum von acht Jahren erstrecken.

I. Über den Bau der Blüten mit narbentragenden Antheren.

Betreffs des normalen Aufbaues der männlichen Blüten der Vertreter des Genus *Humulus* sei hier nur daran erinnert, daß derselbe durch ein fünfteiliges Perianthium und fünf Staubblätter[2] gekennzeichnet ist. Ein jedes letzterer besteht aus einem kurzen Filament, an dem die Anthere befestigt ist.

An jenen Blüten nun, in welchen Narben auftraten, war, wenn schon nicht mit freiem Auge, so doch ganz deutlich bei Lupenvergrößerung zu beobachten, daß dieselben den verschiedensten Teilen eines Staubblattes, entweder der Anthere oder dem Filamente, ja sogar dem Konnektiv ihren Ursprung verdankten. Derartige Staubgefäße erschienen dann gewöhnlich mehr oder minder verkümmert und wichen infolgedessen meistens von der gewöhnlichen Form ab. Aus den auf der beigegebenen Tafel befindlichen Figuren (1—25), welche nur ein Bild der häufigst vorkommenden Formen geben, sind diese morphologischen Verhältnisse, glaube ich, besser zu ersehen, als wenn ich eine genaue Beschreibung eines jeden einzelnen abnorm gebauten Staubblattes geben wollte. Erwähnt sei noch,

p. 211 ff. und Fruhwirth, Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Paul Parey in Berlin (1910), Bd. III, p. 72.

Betreffs einiger Versuche, eine monöcische Rasse von *Humulus Lupulus* zu erhalten, siehe P. Nypels, Notes de pathologie végétale. Bull. de la société royale de botanique de Belgique, Bd. 36 (1897), p. 274.

[1] Ich bezog diesen teils aus Wiener Samenhandlungen teils von der Firma Haage und Schmidt in Erfurt.

[2] Vgl. z. B. Eichler, Blütendiagramme (Leipzig, 1878), Bd. II, p. 60.

daß mit Narben ausgestattete Stamina oftmals Verwachsungen mit dem einen oder anderen normal aussehenden Staubblatt aufwiesen und nicht nur in Einzahl in einer Blüte auftraten, sondern manchmal auch in Mehrzahl (bis zu dreien). Für gewöhnlich trägt ein jedes Staubgefäß nur eine Narbe. Es kommt jedoch auch vor, daß an einem Staubblatt zwei Narbenschenkel aufsitzen. Nebenher sind oftmals Staubblätter mit kontabeszenten Antheren ohne jede Andeutung einer Narbenbildung zu sehen. Auch die Zahl der Staubblätter insgesamt (der normal aussehenden und der verkümmerten, eventuell narbentragenden) wich in einigen Fällen von der Fünferzahl in der Blüte ab, gerade so wie die Stellung letzterer im Blütenkreise manchmal eine andere war als normalerweise. Unregelmäßigkeiten im Bau des Perianthiums (manchmal fehlt dasselbe gänzlich, siehe Fig. 1 und 7 der Tafel) wurden nur je einmal beobachtet, und zwar ein drei- und vierteiliges Perianthium bei einer auch sonst abnorm gebauten Blüte.

Damit man sich einen Begriff von all diesen Verhältnissen im speziellen machen kann, möchte ich für die meisten der beobachteten Blüten[1] sowohl die Zahl der normal gestalteten als auch die der abnormen Staubblätter, ferner die Zahl der Narben an letzteren und die Stellung dieser in der Blüte in Form einer Tabelle[2] anführen. In den Anmerkungen habe ich noch einiger mir besonders wichtig erscheinenden Verhältnisse Erwähnung getan.

---

[1] Ich sehe von statistischen Angaben über das Auftreten von Blüten mit narbentragenden Antheren an den einzelnen Individuen in den verschiedenen Jahren ab, da die Kulturen für den eben genannten Zweck meiner Meinung zu wenig umfangreich waren. Die Lösung dieser Aufgabe soll anderen vorbehalten bleiben. Ich möchte nur ganz allgemein bemerken, daß ich jährlich zirka 80 Individuen heranzog, die durchschnittlich 4 bis 5 % (im Maximum einmal 20 %) abnorme Blüten produzierten.

[2] Die in den Horizontallinien stehenden Angaben beziehen sich auf den Bau von je einer Blüte.

Zahl der normalen Staubblätter	Anzahl der abnormen Staubblätter	Zahl der Narben	Stellung[1] der abnormen Staubblätter in der Blüte	Anmerkungen
4	1	1	—	
4 über Kreuz gestellt	1	1	annähernd zentral	
3	1	1	—	
2	1	2	—	
3	1	1	direkt in der Verlängerung des Blütenstieles	
3 (eines von diesen etwas reduziert)	1	1	—	Zwischen Perianth und abnormer Anthere ist ein Stück Achse (Filament?) eingeschaltet.
3	1	1	—	Narbe aus dem oberen Ende des Konnektivs entspringend.
1	3	3	—	
4	1	1	—	
4 (eines reduziert)	1	2	—	
4	1	1	—	
3	1 (Anthere?)	2	nahezu zentral	
3	1	1	—	
3	1	1	—	Die abnorme Anthere mit einer normalen am Grunde verwachsen.
3	1	1	—	Die verkümmerte Anthere mit einer fünften Anthere, die etwas kleiner ist als eine normale, verwachsen.
2	1	1	in der Mitte der Blüte inseriert	Dreiteiliges Perianthium!
4	1	1	—	
4	1	1	—	

[1] Ein — in dieser Rubrik bedeutet die normale Stellung der Staubblätter.

Zahl der normalen Staubblätter	Anzahl der abnormen Staubblätter	Zahl der Narben	Stellung der abnormen Staubblätter in der Blüte	Anmerkungen
2	1	1	—	
3	1	1	—	Abnormes Staubblatt mit einer 5. etwas reduzierten, sonst aber normalen Anthere an der Basis der Antherenfächer verwachsen.
4	1	1	—	
4	1	1	—	
4	1	1	—	Anthere sehr reduziert.
3	2	2	—	Die eine Anthere mäßig verkümmert, mit kurzer Narbe, die andere ganz reduziert, mit Griffelstumpf.
3	1	1	annähernd zentral	
2	1	1		Ansatzstelle der Narbe am oberen Ende des Konnektivs. Eine ganz reduzierte Anthere ist außerdem vorhanden.
4 (über Kreuz gestellt)	1	1	in der Mitte der Blüte	Narbe in der Verlängerung des Konnektivs. Vierteiliges Perianthium.
4	1	1	—	
3	1	1	—	
5	—	—		Fruchtknoten (?) mit einer Narbe in der Mitte der Blüte stehend. Fünfteiliges Perianthium.
5	—	1		Die Narbe befindet sich auf einem kleinen kugeligen Gebilde, welches zentral gestellt ist und mit einer normalen Anthere am Grunde verwachsen erscheint.
5	1 (sehr verkümmert)	1	zentral [1]	

[1] Eine andere Blüte zeigte ganz die gleichen Verhältnisse, wie eben beschrieben.

Zahl der normalen Staubblätter	Anzahl der abnormen Staubblätter	Zahl der Narben	Stellung der abnormen Staubblätter in der Blüte	Anmerkungen
4	1	1	—	Ein verkümmertes Gebilde, die Narbe tragend, ist mit einer fünften Anthere am Grunde verwachsen.
4	2 (sehr reduziert)	2	nahezu zentral	Je ein Griffel befindet sich an der Spitze der beiden Antheren, welche miteinander verwachsen sind.
5	1	1	nahezu zentral	Die verkümmerte Anthere ist mit einer normalen etwas verwachsen.
3	1	1		Die abnorme Anthere erscheint an der morphologischen Oberseite etwas ausgehöhlt.
3	1	1	—	Eine ganz reduzierte Anthere ist außerdem vorhanden.
3	1	2	—	
3	1	2	ziemlich in der Mitte inseriert	
5	—	1		Die Narbe, die am unteren Ende eine längliche Anschwellung aufweist, ist in der Mitte der Blüte inseriert.
4	1 (sehr reduziert)	1	nahezu zentral	
4	1 (stark reduziert)	1	in der Mitte der Blüte	Die vier normalen Antheren sind über Kreuz gestellt.
—	3 (sehr reduziert)	2	—	
—	3	2	—	Eine Anthere ist stark reduziert und trägt eine lange Narbe; die beiden anderen Antheren mäßig reduziert (eine von diesen besitzt eine kurze Narbe).

Zahl der normalen Staubblätter	Anzahl der abnormen Staubblätter	Zahl der Narben	Stellung der abnormen Staubblätter in der Blüte	Anmerkungen
4	1 (stark reduziert)	2	—	Die Narben liegen in der Verlängerung des Konnektivs.
4	1 (schwach reduziert)	2	—	Narben am oberen Ende des Konnektivs inseriert.
3	1	2	—	Die zwei Narben entspringen einem kugeligen Gebilde, welches dem unteren Ende der abnormen Anthere entspringt.
3	1	2	—	
4	1	1	zentral inseriert	Narbe in der Verlängerung des Konnektivs.
—	1	2		Je eine Narbe entspringt scheinbar aus je einer Antherenhälfte.
3	2	3		Eine Anthere trägt eine Narbe, während die andere Anthere (sehr verkrümmt) zwei Narben aufweist.
5	1	1	—	Kurzer Narbenansatz.
—	5	1	—	Eine sehr verkümmerte Anthere trägt die Narbe.
3	1	1	zentral	
2	1	2	—	Die Narben entspringen am unteren Ende der Antherenfächer und sind teilweise mit diesen verwachsen.
2	3	1	—	
3	1	1	—	
3	2	2	—	

Zahl der normalen Staubblätter	Anzahl der abnormen Staubblätter	Zahl der Narben	Stellung der abnormen Staubblätter in der Blüte	Anmerkungen
4	1	2	—	
2	1	1		Blüte steht an der Spitze des Sprosses. Daneben eine andere Blüte mit drei Staubblättern (eines davon sehr reduziert, ohne jede Narbenbildung). Stellung der Staubblätter in beiden Fällen wie nebenan bemerkt.
1	2	2	—	Beide Narben befinden sich am unteren Ende einer Anthere. Zwischen denselben ein kleiner Gewebe-Höcker bemerkbar.
1	3	2	—	Die Narben treten an je einem abnormen Staubblatt auf.
3	2	2	—	Je eine Narbe am unteren Ende einer Anthere.
2	3	2		Eine Narbe bei einem Staubblatt in der Fortsetzung des Konnektivs, die andere am unteren Ende der Anthere eines zweiten Staubblattes.
2	3	2	—	Zwei Staubblätter sehr reduziert mit je einer Narbe.
4	1	1	zentral	
4	1	1	gegen die Mitte der Blüte verschoben	Narbe vom unteren Ende des nach innen gelegenen Antherenfaches ausladend.
1	4	4		Ein Staubblatt ganz verkümmert. Zwei Antheren mit je einer Narbe, eine Anthere mit zwei Narben.

Zahl der normalen Staubblätter	Anzahl der abnormen Staubblätter	Zahl der Narben	Stellung der abnormen Staubblätter in der Blüte	Anmerkungen
1	1	1	—	Staubblätter gegenüber gestellt. Narbe nahezu in der Mitte der Blüte stehend, vom Grunde der einen Anthere entspringend.
5	–	1		Narbe ganz zentral in der Mitte der Blüte stehend.
3	1	1	zentral	Narbe in der Verlängerung des Konnektivs. Das eine innere Antherenfach erscheint in Form eines Höckers von den übrigen losgelöst.
2	1	1	nahezu zentral	Narbe entspringt aus der Mitte der Anthere, welche etwas gedreht ist.
3	1	1	nahezu zentral	Narbe steht in der Verlängerung des Konnektivs des verkümmerten Staubblattes, welches mit einem normalen verwachsen ist.
1	1	1	—	Verkümmertes Staubblatt von ganz unregelmäßiger Form.
	1	1	zentral	Unterhalb des sehr reduzierten Staubblattes ist ein ganz schwach entwickeltes Perigon vorhanden.
4	1	1	zentral	Anthere mehr minder becherförmig gestaltet, aus der Mitte Narbe entspringend.
3	1	2	zentral	Die Anthere des verkümmerten Staubblattes (halb so lang wie eine normale Anthere) ist kaum mehr als solche anzusprechen.

Zahl der normalen Staubblätter	Anzahl der abnormen Staubblätter	Zahl der Narben	Stellung der abnormen Staubblätter in der Blüte	Anmerkungen
5	—	1		Narbe in der Mitte der Blüte stehend.
1	2	2	—	Eine Narbe liegt in der Verlängerung des Konnektivs eines stark verkümmerten Staubblattes, welches mit der Anthere des normal aussehenden Staubblattes verwachsen ist, die andere entspringt aus dem unteren Teile einer etwas reduzierten Anthere, und zwar einem nach innen zu gelegenen Pollensacke; der daneben befindliche innere ist sehr reduziert.
2	1	1	—	Narbe an einer sehr verkümmerten Anthere, welche sich an der Basis einer normal gestalteten Anthere befindet.
—	3	1	—	Zwei Staubblätter sehr reduziert, das dritte etwas größer. Die Narbe befindet sich in der Mitte der Blüte, ist unten etwas verstärkt und erscheint mit den Basen der Antheren verwachsen.

Aus den vorhergehenden Angaben ist zu ersehen, daß verhältnismäßig selten die normale Anzahl von Staubblättern nebst einem narbentragenden Gebilde, dessen morphologischer Charakter infolge weitgehender Reduktion durch den äußeren Anblick nicht mehr zu erkennen war, in einer Blüte auftrat. Diese Fälle könnten, so glaube ich, noch am ehesten den Anschein erwecken, als ob hier die weitere Ausbildung eines in der normalen Blüte rudimentär vorhandenen Gynoeceums

vorliegen würde. Meiner Meinung nach handelt es sich jedoch auch da nur um ein überzählig gebildetes Staubgefäß. Für diese Auffassung spricht, daß einmal außer fünf normalen Staubblättern ein reduziertes mit einer Narbe direkt in der Mitte der Blüte (Fig. 25) stand. Daß sich der zwitterige Charakter der Blüten nicht nur äußerlich durch die Narbenbildung zu erkennen gab, sondern daß in manchen Fällen wenigstens der eine oder andere Pollensack oder vielleicht auch alle (Mikrosporangien) wirklich in ein Makrosporangium umgewandelt worden waren, erhellt unbedingt daraus, daß ich im Laufe der Versuchsjahre von sechs früher beschriebenen, mit Narben versehenen männlichen Blüten je ein Samenkorn erhielt, welches sich in nichts, außer durch seine geringe Größe, von einem normalen unterschied. Als diese Samen zeitig im Frühjahr angebaut wurden, keimten sie zur Hälfte, wuchsen heran und lieferten durchaus männliche, schwächliche Pflanzen von ähnlichem Aussehen, wie gleich beschrieben werden wird. Andrerseits hatten sich ganz normal aussehende Pollenkörner,[1] wie die mikroskopische Untersuchung ergab, in den Pollensäcken zahlreicher mit Narben versehener Antheren entwickelt.

Nebenbei sei erwähnt, daß eine Umwandlung von Frucht- in Staubblätter an weiblichen Individuen, die ich auch in großer Zahl gesehen habe, weder hier noch bei *H. Lupulus* beobachtet werden konnte. Trotzdem halte ich ein solches Vorkommnis gar nicht für ausgeschlossen. Der Nachweis dieses wäre vielleicht auch insofern von Wichtigkeit, als dann die bei letzterer Pflanze gelegentlich vorkommende »Parthenogenese«[2] ihre einfachste Erklärung finden würde.

II. Physiologisches.

Während im Gartengrund gewöhnlich kultivierte *H. japonicus*-Pflanzen, die während einer Vegetationsperiode leicht eine Länge von 1·5 bis 2 *m* und darüber erreichen, stets

[1] Ausmaße dieser finden sich bei Braungart, l. c., p. 208.

[2] Winkler, Über Parthenogenesis und Apogamie im Pflanzenreiche. Progressus rei botanicae, Bd. II (1908), p. 334.

streng diöcisch sind, wie ich mich selbst überzeugte, traten die oben beschriebenen Übergangsbildungen von Pollen- zu Fruchtblättern immer nur an solchen Exemplaren auf, welche die Erscheinung der Verzwergung, des »Nanismus«, in auffälligster Weise zeigten. Die größten derartigen Individuen maßen der Länge nach (vom Erdboden an gerechnet) 0·41, die kleinsten nur 0·11 *m*. Hand in Hand mit der Entwicklung dieser schmächtigen oberirdischen Teile war das Wurzelsystem stets äußerst schwach ausgebildet; außer der Hauptwurzel machten sich im besten Falle nur einige wenige zarte Seitenwurzeln bemerkbar. Was die Anzahl der an der Achse ausgebildeten Blattpaare anbetrifft, so ist zu sagen, daß dieselbe zwischen drei und sechs schwankte, und zwar in Abhängigkeit von der Höhe der Pflanze. Die Länge des größten Blattes, das jemals beobachtet wurde, betrug 4·5 *cm*, die Breite 4 *cm*. Der Petiolus maß 2·5 *cm*. Im allgemeinen waren jedoch die Blätter ungefähr um ein Drittel kleiner als das eben beschriebene. Einmal trat an einem Blatte zufälligerweise eine Spaltung des Petiolus samt der Lamina auf und bis zu einem gewissen Grade eine Restitution des Blattrandes an jeder Blatthälfte, wie die nachstehende Fig. 1 zeigt. Auffällig erschien es mir, daß die Cotyledonen gewöhnlich so lange persistierten, bis die Pflanze nach dem Abblühen zugrunde ging. Öfters waren auch in den Achseln dieser Seitensprosse[1] aufgetreten, geradeso wie in denen der untersten Blattpaare. (In einem Falle wurden dieselben sogar 2 bis 3 *cm* lang.)

Wenn die Pflanzen Blüten ansetzten, konnte man sofort aus der Anordnung dieser[2] erkennen, ob man es mit männlichen oder weiblichen Individuen zu tun hatte. Bei den ersteren, die mich besonders interessierten, standen die Blüten immer nur in den Achseln der obersten Blattpaare, und zwar entweder einzeln oder in geringer Anzahl (bis zu vieren). Ausnahmsweise kam es an den oben erwähnten Stellen auch zur Bildung einer ganz armblütigen Infloreszenz.

Pflanzen von einem derartigen Habitus, wie ich ihn eben beschrieben, zu erhalten, glückte mir bis jetzt nur dann, wenn

[1] Köck, Über Cotyledonarknospen dicotyler Pflanzen. Österr. bot. Zeitschrift. 53. Jahrg. (1903), p. 64.

[2] Vgl. N. Zinger, l. c. und die daselbst angeführte Literatur.

ich sie nach der folgenden Methode kultivierte: Ich ließ im Herbste (zweite Hälfte September oder erste Hälfte Oktober) Samen im Warmhaus breitwürfig in Erde anbauen und dann je fünf kräftige Keimpflanzen, wenn sie den Erdboden eben durchbrochen hatten, in einen Blumentopf, welcher ungefähr 0·7 *l* Erde[1] faßte, pikieren. Nach dem Versetzen verweilten die Pflänzchen einige Tage im Warmhause, bis sie sich eingewurzelt hatten, und kamen dann in einen Raum mit Oberlicht, in dem die Temperatur verhältnismäßig stark schwankte.

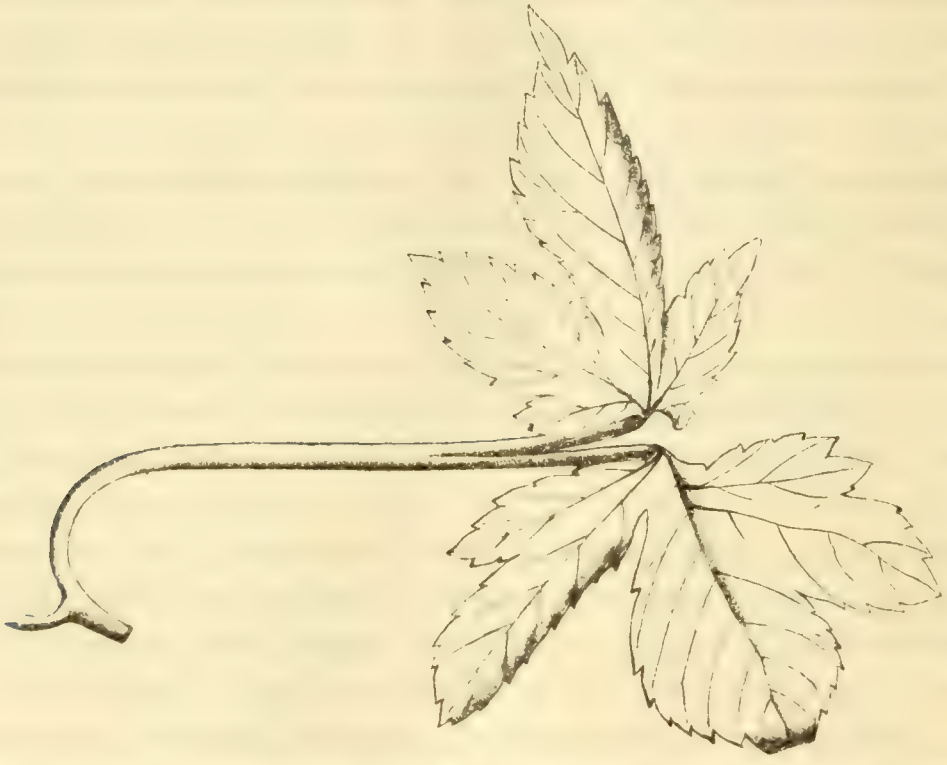


Fig. 1. Spontan aufgetretene Spaltung des Blattstieles und der Lamina mit nachher erfolgter Restitution des Blattrandes. Vergr. zweifach.

Mittags betrug dieselbe durchschnittlich 20° C., während der Nacht ging sie gewöhnlich bis auf 10° C. herunter (manchmal auch bis auf 8°). Der Aufstellungsort der Pflanzen war verhältnismäßig hell,[2] da er sich zirka 1 *m* unterhalb eines aus

[1] Komposterde mit wenig Sand vermengt.

[2] Betreffs der chemischen Lichtintensität, welche im allgemeinen in Wien herrscht, vgl. Wiesner, Untersuchungen über das photochemische Klima von Wien, Kairo und Buitenzorg (Java). Unter Mitwirkung von W. Figdor, F. Krasser, L. Linsbauer. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 44 (1896).

»Schnürlglas« bestehenden Daches befand. Direktes Sonnenlicht konnte infolge der eben erwähnten Glasbeschaffenheit nicht einfallen. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft war gering, bei Nacht höher als bei Tage (durchschnittlich 70 bis 50% relativer Feuchtigkeit). Die dem Boden der Versuchspflanzen zugeführte Wassermenge[1] wurde stets so bemessen, daß die einzelnen Individuen niemals weder zu trocken noch zu feucht standen. Gegen Ende Dezember oder auch im Laufe des Monats Jänner begannen die Pflanzen neben normalen Blüten derartige zu produzieren,[2] wie sie oben beschrieben wurden. Versuche, ebensolche Zwergexemplare[3] zu einer anderen Jahreszeit als der früher angegebenen heranzuziehen, schlugen gänzlich fehl, obwohl ich die Kulturbedingungen der Pflanzen, soweit es ging, möglichst ähnlich jenen gestaltete, wie sie zur Winterszeit herrschten. Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt die Ursache des negativen Erfolges darin, daß die Wirkung von Licht,[4] Feuchtigkeit und Wärme in ganz bestimmter Weise ineinander greifen muß, um nanistische Wachstumserscheinungen hervorzurufen, Bedingungen, die ich noch nicht entsprechend variieren konnte.

Oftmals geschah es, daß die Versuchspflanzen von Pflanzenläusen (Aphiden und einer *Aleurodes*-Art) befallen erschienen, welche Tiere trotz aller Vorsicht dem Kulturraume nicht gänzlich ferngehalten werden konnten. Um zu sehen, ob dieselben vielleicht ursächlich mit der beobachteten Bildungs-

[1] »Hochquellenwasser« kam stets zur Verwendung.

[2] Betreffs der Abhängigkeit des Blühens von *Humulus Lupulus* von äußeren und inneren Ursachen siehe Behrens, Physiol. Studien über den Hopfen. Flora, Bd. 78 (1894), p. 361. Vgl. auch Goebel, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen (bei Teubner 1908), p. 70 ff. und die daselbst angeführte Literatur.

[3] Hinsichtlich der äußeren Verhältnisse (im allgemeinen), welche die Erscheinung des »Nanismus« verursachen, vgl. P. Gauchery, Recherches sur le nanisme végétal. Ann. des sciences nat., série 8, t. IX (1899), p, 11 ff.

[4] Vgl. auch R. Combes, Détermination des intensités lumineuses optima pour les végétaux aux divers stades du développement. Ann. des sciences naturelles. Botanique. Série 9; t. XI (1910). Betreffs *Mercurialis* äußert sich derselbe auf p. 246 folgendermaßen: »Les fortes intensités lumineuses favoriseraient la production des organes reproducteurs femelles.«

abweichung im Zusammenhange stehen, zog ich einige Pflanzen unter Stürzen, aus feinstem Müllergaze gefertigt, und konstatierte auch da, ohne jede Anwesenheit von Insekten, das Auftreten von narbentragenden Antheren. Ich glaube deshalb, daß diese allein dem kombinierenden Einflusse der früher erwähnten äußeren Faktoren ihre Entstehung verdanken.

Zusammenfassung.

1. Während die Vertreter des Genus *Humulus* normalerweise stets eingeschlechtliche (diklinische) Blüten besitzen, wurden bei *Humulus japonicus* Sieb. et Zucc. und einer Gartenvarietät dieser Art mit panachierten Blättern (fol. var.) hermaphroditische Blüten beobachtet, und zwar nur an Exemplaren, die Zwergwuchs aufwiesen.

2. Die Zwitterblüten geben sich als solche dadurch zu erkennen, daß das eine oder andere Staubblatt einer männlichen Blüte entweder in seiner Gänze oder auch nur teilweise in ein Gynoeceum (es handelt sich demnach hier um einen Fall von Pistillodie) umgewandelt erscheint. Daß letzteres wirklich zutraf, erhellt daraus, daß keimfähige Samen von derartigen Zwitterblüten in einigen Fällen geerntet wurden.

3. Hermaphroditische Blüten treten neben normal gebauten nur an männlichen Individuen auf. Die Geschlechtsverteilung muß daher als andromonöcisch bezeichnet werden. Gelegentlich wurde auch Monöcie beobachtet, in zwei Fällen Cönomonöcie (d. h. normale männliche und weibliche Blüten kommen neben zwitterigen auf einer und derselben Pflanze vor).

4. Der Nanismus der einzelnen Individuen wird durch die gleichzeitige Einwirkung einer bestimmten chemischen Lichtintensität bei verhältnismäßig niedriger Temperatur und ebensolchem Feuchtigkeitsgehalte der Atmosphäre in Verbindung mit Nahrungsmangel hervorgerufen.

Biologische Versuchsanstalt in Wien.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1 bis 25. Verschiedene Übergangsbildungen von Pollen- zu Fruchtblättern. Sämtliche Figuren sind auf der Tafel so orientiert, daß die Anheftungsstellen der Staubblätter in der Blüte, respektive die Konnektive gegen den unteren Rand der Tafel sehen. Vergrößerung annähernd zwölffach. Bei Fig. 5, 12, 21 und 25 erscheinen die normal gebauten Staubgefäße in der Zeichnung weggelassen, bei Fig. 5 außerdem das Perianth.

Figdor W.: Fruchtblätter bei Humulus japonicus.

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse, Bd. CXX, Abth. I, 1911.

Adriatische Pteropoden[1]

von

Prof. Dr. **Adolf Steuer** (Innsbruck).

(Mit 9 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1911.)

I. Allgemeiner Teil.

Nur die schalentragenden Flügelschnecken unserer Adria dürfen als halbwegs gut bekannt angesehen werden, während unsere Kenntnisse von den adriatischen Gymnosomen noch als höchst dürftige bezeichnet werden müssen.

Die südliche Adria ist jedenfalls artenreicher als die nördliche, die allerdings (sonderbarerweise!) auch weit weniger gründlich erforscht worden zu sein scheint.

Die Artenarmut der Nordadria kam auch in den Fängen des »Rudolf Virchow« während unserer Planktonfahrt im Sommer 1909 deutlich zum Ausdruck. Wir waren ja nur an den Rand des nördlichen tiefen Beckens gekommen und hier fingen wir auch tatsächlich gleich eine bisher nur aus dem Südbecken (Gegend um Pelagosa) bekannte Art, nämlich *Cymbulia peroni* sowie eine zweite, für die Adria neue Art, *Hyalocylix striata*.

Cymbulia peroni wurde von uns beim Eiland Lucietta in großen Mengen gefischt: sie ist jedenfalls der auffallendste

[1] Die vorliegende Arbeit ist der fünfte Teil der Ergebnisse der auf dem Dampfer »Rudolf Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno in den Jahren 1907 und 1909 unternommenen Planktonfahrten (siehe diese Sitzungsberichte, Bd. CXIX, 1910 [Steuer, Adriatische Planktoncopepoden], Bd. CXX, 1911 [Schröder, Über das Phytoplankton der Adria; Stiasny, Radiolarien aus der Adria; Steuer, Adriatische Planktonamphipoden]).

Für Materialsendungen und Auskünfte bin ich den Herren Direktor Langhoffer (Agram), Dr. Lehnhofer (Triest), Marchese Monterosato (Palermo) und Dr. Sturany (Wien) sehr zu Dank verpflichtet.

Pteropode der südlichen, tieferen Adria. Schon Oberwimmer (1898) war das Vorkommen der *Cymbulia peroni* in größeren Tiefen aufgefallen; auch unser Fang im nördlichen Becken stammt aus 200 *m* Tiefe. Während die bisherigen Fangplätze ausnahmslos auf hoher See liegen, ist unser Fundort zugleich der landnächste.

Trotz der unleugbaren Vorliebe für die tieferen Schichten der offenen See, welche wenigstens die adriatischen Individuen auszeichnet, zählt Lo Bianco (1903) *Cymbulia peroni* unter die pamplanktonischen Formen des Neapeler Golfes.

In der Bearbeitung der Copepodenausbeute der »Virchow«-Fahrten (1910) war es möglich gewesen, die horizontale Ausbreitung der einzelnen Arten mit ihrem Vorkommen in bestimmten Tiefenzonen in Beziehung zu bringen. Wie steht es nun diesbezüglich mit den Pteropoden?

Zunächst fällt sofort auf, daß Lo Bianco (1903) unter den Vertretern seines »Phaoplanktons« keinen einzigen Pteropoden anführt. Nun setzt sich aber das Plankton der nördlichsten Adria hauptsächlich aus phaoplanktonischen Formen zusammen und damit ist zugleich die Pteropodenarmut der nördlichsten Adria erklärt.

Die Mehrzahl der mediterranen Pteropoden ist nach Lo Bianco pamplanktonisch. Dazu gehören nämlich: *Limacina inflata, Creseis acicula, Hyalocylix striata, Styliola subula, Clio pyramidata* sowie *Cymbulia peroni.*

Von diesen Arten ist bisher nur *Creseis acicula* mehrfach (Triest, Quarnero) in großen Mengen in der nördlichsten Adria gefunden worden, *Cymbulia peroni*, wie erwähnt, erst von uns auch im nördlichen Becken nachgewiesen worden. *Clio pyramidata* wurde bisher lebend nur an einer Stelle des südlichen Beckens, *Limacina inflata* ebenfalls nur an einer Stelle, und zwar der mittleren Adria gefischt. Von *Styliola subula* wurden bisher nur Schalen gedredscht, während *Hyalocylix striata* erst von uns für die Adria nachgewiesen werden konnte.

Als einzige knephoplanktonische Form gibt Lo Bianco *Cavolinia tridentata* an, die bisher an einer Stelle des südlichen Adriabeckens und an zwei Stellen der nördlichen Adria, hier in Küstennähe, lebend gefischt wurden.

Skotoplanktonisch endlich nennt Lo Bianco *Pneumodermopsis ciliata*, deren einzige Fundstelle in der Adria — der seichte Triester Golf ist. Es wäre notwendig festzustellen, ob tatsächlich, wie aus der Bemerkung Graeffe's (1903) hervorgeht, unter den *Pneumodermopsis*-Individuen des Triester Golfes auch erwachsene Tiere vorkommen; das von mir untersuchte Tier war jedenfalls eine Jugendform.

Aus den gesamten, über die vertikale Ausbreitung der Pteropoden vorliegenden Daten geht hervor, daß die Pteropoden im allgemeinen wohl von der Oberfläche bis in größere Tiefen hinab zu leben vermögen, daß aber das normale Wohngebiet auch der als pamplanktonisch bezeichneten Formen nicht die obersten Wasserschichten, sondern tiefere Zonen sind.

Als »Mittelmeer zweiter Ordnung« ist unsere Adria auch biologisch vom romanischen Mittelmeer abhängig und die Frage ist naheliegend, ob und in welcher Weise sich die adriatische Pteropodenfauna als ein Teil der mediterranen Pteropodenfauna erklären und verstehen läßt.

Schon Meisenheimer (1905) hat darauf aufmerksam gemacht, daß die mediterranen Pteropoden in ihrer Verbreitung einige schwerverständliche Eigentümlichkeiten aufweisen.

Im Anschluß an diesen Autor möchte ich auf Grund unserer gegenwärtigen Kenntnisse die mediterrane Eu- und Pseudothecosomenfauna bezüglich ihrer Verbreitung in folgende Gruppen einteilen:

Nur im äußersten Westen (Straße von Gibraltar) wurde gefunden:

Cuvierina columnella.

Im westlichen Mittelmeer bis etwa Sizilien wurden gefunden:

Gleba cordata,

Diacria trispinosa und *quadridentata,*

wobei zu bemerken ist, daß wir die letztere Art nur von der afrikanischen Küste kennen, während von *Diacria trispinosa* Schalen noch in der südlichen Adria gefunden wurden.

Nach Osten bis in die Adria dringen vor:

Cavolinia longirostris und

Cymbulia peroni.

Im ganzen Mittelmeergebiet, mit Ausschluß des äußersten Südostens, wurden gefunden:

Cavolinia tridentata und *inflexa,*

von welcher Art in der Adria bisher nur Schalen gedredscht wurden.

Im ganzen Mittelmeergebiet, mit Ausschluß des äußersten Ostens und der Adria wurde gefunden:

Peraclis reticulata.

Im ganzen Mittelmeer, mit Ausnahme des Ägäischen Meeres, fand man:

Creseis virgula.

Im ganzen Mittelmeer, nordwärts von 34° n. Br. etwa, wurden gefischt:

Clio pyramidata und *cuspidata.*

Im ganzen Mittelmeerbecken kommt vor:

Creseis acicula.

Nur im östlichen Becken (inklusive Adria), von etwa 12° ö. L., wurde gefunden:

Hyalocylix striata.

Es soll nicht behauptet werden, daß Arten dort gewiß nicht vorkommen, wo sie heute noch nicht gefunden wurden; vielmehr ist sogar wahrscheinlich, daß sich das Bild, das wir heute von der geographischen Verbreitung der mediterranen Pteropoden besitzen, mit der genaueren Erforschung der in Betracht kommenden Gebiete mehrminder verändern wird. Aber der Gedanke ist naheliegend, sich die Ausbreitung der mediterranen Pteropodenfauna etwa in folgender Weise vorzustellen.

Die Pteropoden sind größtenteils Warmwasserplanktonten und ins Mittelmeer offenbar von Westen eingewandert. Danach hätten wir in *Cuvierina columnella* eine Form vor uns, die über die Eingangspforte noch nicht weit hineingedrungen wäre; *Gleba cordata, Diacria trispinosa* und *quadridentata* gehen bis Sizilien, *Cavolinia longirostris* und *Cymbulia peroni* bis in die Adria.

Von den im ganzen Mittelmeer verbreiteten Arten wurden einige noch nicht in der Adria, andere noch nicht im Ägäischen

Meere gefunden, wieder andere scheinen den äußersten Osten und Südosten zu meiden.

Tatsache ist, daß die notorisch wenig stenotherme *Creseis acicula* überall im Mittelmeer angetroffen wurde, während die sonst den wärmsten Stromgebieten angehörende *Hyalocylix striata* im Osten häufiger zu sein scheint; es macht den Eindruck, als würde sie sich im wärmeren, östlichen Becken wohler fühlen, als hätte sie den Kontakt mit dem Atlantischen Ozean aufgegeben.

Eine Erklärung all dieser Erscheinungen, wie sie hier angedeutet wurden, vermag Meisenheimer (1905) nicht zu geben, da ihm die physikalisch-geographischen Eigentümlichkeiten der einzelnen Teile des Mittelmeerbeckens nicht bedeutend genug scheinen, um zur Erklärung herangezogen werden zu können.

Aber wie wenig wissen wir noch im Detail von der Abhängigkeit der mediterranen Planktonorganismen von der Wasserbeschaffenheit, wie selten ist noch ein zielbewußtes Zusammenarbeiten der Ozeanographen und Biologen während der Mittelmeerexpeditionen versucht worden!

Daß manche Planktonten auf derartige geringe Unterschiede des umgebenden Mediums sehr prompt mit Varietätenbildung reagieren, geht aus Beobachtungen, z. B. der Valdivia-Expedition, klar hervor. Es wird daher künftig auch in unserem engeren Arbeitsgebiet auf die Variabilität einzelner Mittelmeerplanktonten besonders zu achten sein, deren genaue Kenntnis von weittragender Bedeutung werden könnte. Ich verweise hier nur auf das im speziellen Teil über die Variabilität der *Cymbulia peroni* Mitgeteilte.

Wir können annehmen, daß schon geringe Unterschiede in Temperatur und Salzgehalt nicht nur die Variabilität einzelner Pteropoden beeinflussen, sondern auch ihre universelle Verbreitung im Mittelmeergebiet verhindern. Tatsächlich nehmen ja im allgemeinen Salzgehalt und spezifisches Gewicht des Wassers im Mittelmeer zu, wenn wir vom Eingang desselben nach Osten vorschreiten, und dauernde starke Strömungen, die eine gründliche Vermischung des Mittelmeerplanktons

herbeiführen könnten, scheinen nach neueren Beobachtungen deutscher Dampfer im Mittelmeer zu fehlen (Philippson).

II. Spezieller Teil.

Liste der adriatischen Pteropoden.

Euthecosomata.

Fam. **Limacinidae.**

Gen. *Limacina* Cuvier.

1. *inflata* d'Orbigny (Fig. 1).

   Nach Oberwimmer (1898) bisher nur aus einem Oberflächenfang bei Pianosa (5. »Pola«-Expedition, 5. Juni 1894) bekannt.

2. *trochiformis* d'Orbigny (Fig. 1).

   Ist nach Carus (1884) von Sars bei Triest gefunden worden; auffallend ist daher, daß sie Graeffe (1903) in seiner »Übersicht der Fauna des Golfes von Triest« nicht anführt.

Fam. **Cavoliniidae.**

Gen. *Creseis* Rang.

3. *virgula* Rang (Fig. 1).

   Oberwimmer (1898) und Schiemenz (1906) unterscheiden diese Art von der jedenfalls nahe verwandten *C. conica* Eschscholtz. Schiemenz bemerkt von *C. virgula*: »Der Hauptunterschied besteht, wie Pelseneer richtig geltend macht, in dem schnelleren Tempo der Zunahme des Durchmessers der Schale und des Körpers. Der primäre Leberschlauch wird hier noch früher zurückgebildet als bei *C. conica* und die rundliche sekundäre Leber kommt dadurch viel weiter hinten in der Schalenhöhle zu liegen. Außerdem erreicht *C. virgula* ganz erheblichere Dimensionen in der Länge und Breite als *C. conica* im geschlechtsreifen, also ausgewachsenen Zustande.«

   Meisenheimer (1905) erscheint dagegen ebenso wie Tesch (1904) die Selbständigkeit der *C. conica* zweifelhaft:

»wahrscheinlich ist sie mit *virgula* zu vereinigen«. Auffallend ist jedenfalls, daß nach Meisenheimer (1905) die Wohngebiete beider Arten völlig zusammenfallen. Da mir Vergleichsmaterial fehlt, möchte ich vorläufig noch beide Arten zusammenziehen.

Fig. 1.

● *Limacina inflata.*
○ » *trochiformis.*
▼ *Creseis virgula.*

C. conica wurde nach Carus (1884) zuerst von Monterosato für die Adria festgestellt. Wie mir Herr Marchese Monterosato indessen freundlichst mitteilte, sind seine diesbezüglichen Angaben (1878) einer Arbeit Jeffrey's entnommen, in welcher aber genauere Fundortsangaben fehlen.

Oberwimmer kennt die Art nur von einem Fundort der fünften »Pola«-Expedition (17. Juni 1894, Nr. 273, nicht Nr. 283!), wo sie bei Pelagosa mit einem Oberflächennetz gefischt worden war. Die mir vorliegenden Exemplare stammen aus dem Triester Golf.

Fig. 2.

● *Creseis acicula*, planktonisch.
○ » » gedredscht.
▼ *Hyalocylix striata*.
◀ *Styliola subula*.

4. *acicula* Rang (Fig. 2).

Die Art tritt, wie schon Graeffe (bei Carus 1884 sowie 1903) angibt, gewöhnlich in der kalten Jahreszeit in großen Mengen im Triester Golf auf. Jugendformen konnte ich (1910*a*, p. 580) schon im Juli nachweisen. Wir sehen hier abermals, wie bei den adriatischen Copepoden

(siehe 1910*b*, p. 8) Jugendstadien zuerst auftreten. Ich nehme auch hier an, daß die Jugendformen in höheren Wasserschichten leben, die Erwachsenen normalerweise (namentlich im Sommer) etwas tiefer; nach Lo Bianco (1903) ist *Creseis acicula* pamplanktonisch und wurde bei Neapel mit Schließnetzen noch aus zirka 1000 *m* Tiefe gefischt. So wie dort kann sie aber auch im Triester Golf bisweilen in großen Mengen knapp am Wasserspiegel beobachtet werden.

Auffallend ist, daß Oberwimmer (1898) kein einziges lebendes Stück aus dem »Pola«-Material angibt; nur auf Station 274 wurden in 191 *m* Tiefe Schalen gedredscht.

Im Herbste 1898 wurden riesige Mengen dieses Pteropoden im Quarnero gesehen und man brachte mit ihrem Auftreten das Erscheinen gewaltiger Schwärme der Papalina (*Clupea phalerica* Riß [syn. *C. papalina* Bp.]) in Zusammenhang (—ltz—, 1908).

Während unserer Planktonfahrt fanden wir Jugendformen am Südrand des Quarnero (Station Nr. 2, 28. Juli 1909); auch möchte ich einige junge *Creseis* aus dem Fange von Ragusa (Juni 1907) dieser Art zurechnen.

Von meinen früheren Untersuchungen kann ich noch folgende adriatische Fundorte angeben, die sich allerdings vielfach auf Jugendstadien beziehen und daher Fehlbestimmungen nicht ganz ausschließen: Rovigno (21. Dezember 1901), Buccari (3. bis 8. Juli 1902), Cigale auf Lussin (6. bis 8. Juni 1902), Porto rosso di Lagosta (Juni 1902), Cap Gomena auf Sabbioncello (13. Juni 1902), Cannosa bei Sebenico (12. Juni 1902), Gravosa bei Ragusa (14. bis 21. Mai 1902). Die Fänge fallen in dieselbe Jahreszeit, in der die »Pola« seinerzeit in der Adria gefischt hatte.

Schließlich fand kürzlich Grandori (1910) die Art an allen sechs Fangstationen der italienischen »2ª crociera oceanografica«, das sind 1. Porto Lignano, 2. Malamocco, 3. zwischen Ancona und Viesti, 4. Viesti, 5. Brindisi, 6. Otranto.

Gen. *Hyalocylix* Fol.

5. *striata* Rang (Fig. 2).

Von dieser für die Adria neuen Art wurde ein Exemplar von uns bei der Insel Lucietta (30. Juli 1909) gefangen.

Gen. *Styliola* Lesueur.

6. *subula* Quoy et Gaimard (Fig. 2).

Nach Oberwimmer (1898) wurden von der »Pola«-Expedition nur an drei Stellen in der Nähe von Pelagosa Schalen in Tiefen von 140 bis 191 *m* gedredscht. Im Jonischen Meere wurden lebende Tiere gefischt. Vielleicht gehört eine Jugendform aus dem Fange von Ragusa (Juni 1907) dieser Art an.

Gen. *Clio* L.

7. *pyramidata* L. (Fig. 3).

Es muß wundernehmen, daß diese von allen kosmopolitischen Pteropoden »häufigste und am weitesten verbreitete Form« (Meisenheimer, 1905), die sonst weit nach Norden vertrieben wird, erst an einer Stelle im Südbecken der Adria lebend gedredscht wurde (Oberwimmer, 1898); die Stelle ist verhältnismäßig tief (1138 *m*), während Schalen noch weiter nördlich bei Pelagosa in seichterem Wasser (zirka 190 *m*) gefunden wurden.

8. *cuspidata* Bosc. (Fig. 3).

Diese seltenere Art wurde nur an einer Stelle, südlich von Lissa, pelagisch gefischt, an einer Stelle im südlichen Becken wurden Schalen gedredscht (Oberwimmer, 1898).

Gen. *Diacria* Gran.

9. *trispinosa* Lesueur (Fig. 4).

Von dieser Art sind im Mittelmeer bisher nur im westlichen Teile lebende Tiere, im östlichen und in der Adria aber nur Schalen erbeutet worden (Meisenheimer, 1905).

Die beiden adriatischen Fundorte liegen in der Nähe von Pelagosa und im südlichen tiefen Becken (Oberwimmer, 1898).

Fig. 3.

○ *Clio pyramidata*, lebend, gedredscht.
● » » nur Schalen gedredscht.
+ *Clio cuspidata*, pelagisch gefischt.
✠ » » nur Schalen gedredscht.

Gen. *Cavolinia* Abildgaard.

10. *longirostris* Lesueur.

Das Verbreitungsgebiet dieser Art ist auf das westliche Mittelmeer beschränkt. Für die Adria wird sie nach Carus (1884) nur von Monterosato angegeben. (Über diese Angabe vergleiche die Bemerkung bei *Creseis virgula*!)

11. *gibbosa* Rang (Fig. 4).

Nach Oberwimmer (1898) wurden nur Schalen dieser Art in einem Fang im südlichen Becken der Adria in 1216 *m* Tiefe gedredscht. Oberwimmer schreibt: »Ich

Fig. 4.

● *Diacria trispinosa.*
✧ *Cavolinia gibbosa,* nur Schalen gedredscht.
∪ » *inflexa.*

habe unter den vielen Stücken, welche mir aus dem Mittelmeer und der Adria vorliegen, nicht eines gefunden, das genau zur Beschreibung der *Cavolinia globulosa* Rang passen würde, dagegen liegt mir eine ganze Anzahl von Exemplaren vor, welche einen Übergang von der *gibbosa* Pels. zur *globulosa* Rang darstellen. Ich möchte ..... daher ..... *Cavolinia globulosa* Rang zu *gibbosa* Pels. ziehen.« Nun ist *C. globulosa* »eine Form, welche fast

gänzlich auf die wärmsten Stromgebiete des Indischen und Pazifischen Ozeans beschränkt erscheint« (Meisenheimer, 1905) und das Vorkommen von Übergangsformen gerade im östlichen Mittelmeerbecken wäre von nicht zu unterschätzendem zoogeographischen Interesse. Herr Dr. Sturany schickte mir die von Oberwimmer bestimmten Cavolinien von den Stationen 27, 72, 82, 213 (östliches Mittelmeer) und 301 (Adria). Ich muß gestehen, daß ich bei keinem Exemplar über die Zugehörigkeit zu *C. gibbosa* Pels. im Zweifel war: der eckige Vorsprung auf der sehr gewölbten Unterseite war überall deutlich zu sehen. Nach

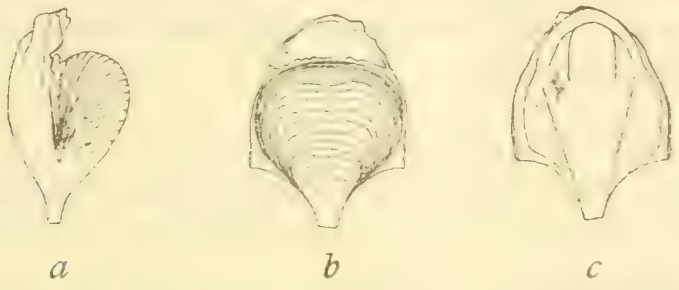


Fig. 5.

Cavolinia tridentata Forskål von Traù (nat. Gr. 10 *mm*).
a von der Seite, *b* von der Bauchseite, *c* von der Rückenseite.

Carus (1884) sollen ferner Sandri und Brusina *C. globulosa* bei Traù in Dalmatien gefunden haben. Das betreffende Exemplar findet sich noch in der Sammlung des Agramer Museums vor, und zwar mit der Originaletikette von Brusina als »*gibbosa* Rang« bezeichnet. Das Entgegenkommen des Herrn Direktors Langhoffer ermöglicht es mir, von diesem interessanten Stücke drei Zeichnungen (Fig. 5, *a* bis *c*) vorlegen zu können.

Der gerade Verlauf des Terminalstachels, dessen Spitze abgebrochen ist (vgl. Schiemenz, 1906, p. 20), das Verhältnis zwischen der »Entfernung der beiden Lateralwinkel« und der »größten Schalenbreite weiter oben« veranlassen mich, dieses Exemplar in den Entwicklungskreis der *C. tridentata* Forskål zu stellen; es zeigt die größte Ähnlichkeit mit der von Schiemenz auf Taf. I, Fig. 6, gegebenen Abbildung.

12. *tridentata* Forskål (Fig. 6).

Schalen dieser Form wurden nach Oberwimmer (1898) bei Pelagosa und im südlichen Adriabecken an mehreren Stellen, lebende Tiere aber nur an einem Punkte des südlichen Beckens in 950 *m* Tiefe mit der Kurre gedredscht. Dagegen finden sich zwei (durch Kauf erworbene) Gehäuse samt Tieren in der Sammlung des Agramer Museums. Die Tiere, welche mir Herr Direktor Langhoffer ebenfalls zur Untersuchung geschickt hatte, wurden bei Senj-Zengg (Jugo, April 1896) und bei Pago gefangen; das bei Pago gefangene Tier ist in der nebenstehenden Skizze wiedergegeben (Fig. 7 *a*, *b*); dazu kommt noch das vorerwähnte, als *gibbosa* früher bezeichnete Exemplar von Traù.

13. *inflexa* Lesueur (Fig. 4).

Von der »Pola«-Expedition wurden nur Schalen bei Pelagosa in 191 *m* Tiefe gesammelt (Oberwimmer, 1898).

Anmerkung. Grandori (1910) gibt eine nicht näher bestimmte Art von *Hyalea* Lam. (*Cavolinia* Gioeni) für die Gegend von Viesti an.

Pseudothecosomata.

Fam. Cymbuliidae.

Gen. *Cymbulia* Péron et Lesueur.

14. *peroni* de Blainville (Fig. 8).

Diese Art wurde von der »Pola«-Expedition nicht im östlichen Mittelmeer, »dagegen ziemlich zahlreich in der Adria gefunden. Sodann wäre hervorzuheben, daß diese Art im Gegensatz zu den übrigen Pteropoden in größeren Tiefen häufiger als an der Oberfläche angetroffen wurde und daß sich noch in einer Tiefe von 1138 *m* lebende Exemplare vorfanden« (Oberwimmer, 1898). Die bisherigen fünf Fundorte liegen im Zentralteil des südlichen Adriabeckens. Wir fischten *Cymbulia peroni* bei dem Eiland Lucietta am 30. Juli 1909 in großen Mengen, sowohl mit dem großen Helgoländer Planktonnetz als auch mit einem »Richard'schen Netz mit großer Öffnung«, das auf Grund

Fig. 6.

○ *Cavolinia tridentata*, lebend.
● » » nur Schalen gedredscht.

a *b*

Fig. 7.

Cavolinia tridentata Forskål von Pago (nat. Gr. 13 *mm*).
a von der Bauchseite, *b* von der Rückenseite.

geraten war. Damit ist das Vorkommen dieser schönen Flügelschnecke auch für das nördliche Adriabecken sichergestellt. Sämtliche Fundstellen finden sich über tieferem Wasser (150 bis 1138 *m* Tiefe).

Fig. 8.

● *Cymbulia peroni*, große Form gedredscht.
○ » » kleine Form gedredscht.
• » pelagisch.

C. peroni könnte man den typischen Mittelmeerpteropoden nennen, wenn nicht von der »Valdivia« zwei Exemplare im Golf von Guinea gefunden worden wären. Sonderbarerweise ist sie im Mittelmeer in ihrer Verbreitung auf das westliche Becken beschränkt. »Die Grenze verläuft ziemlich scharf von Malta zum Adriatischen Meer hinüber« (Meisenheimer, 1905).

Tesch (1904) fiel es auf, daß im Mittelmeer zwei Formen dieser Art vorkommen. »The large forms (62 to 43 *mm*) .... showed on the lateral side three parallel rows, while other specimens (42 to 26 *mm*) possessed only one of these rows. In addition to this, the spines at the aperture which are unequal size in the large specimens, especially at the right side where they are very strongly developed, are almost uniform in these small individuals. Are the latter young forms which have not reached a definite size? Or do they represent perhaps a new species, not hitherto observed?« Die erstere Annahme ist wohl die wahrscheinlichere; jedenfalls gehörten sämtliche der von uns gefangenen Individuen der kleineren Form an (Länge der Pseudoconcha zirka 30 *cm*).

Wie ein Vergleich der obersten der nebenstehenden Figuren (Fig. 9) mit den vier folgenden zeigt, gleicht keine der adriatischen Formen vollkommen der von Tesch nach einem Exemplar aus dem Mittelmeer (Neapel?) gegebenen Abbildung. Auf derartige, wenn auch geringfügige Unterschiede wird die künftige Adriaforschung zu achten haben, denn es wäre möglich, daß sich unter den adriatischen Planktonten »Lokalrassen« gebildet haben, die wieder den weiteren Schluß erlauben würden, daß die Straße von Otranto heute doch nicht mehr einen so freien Austausch des Planktons der Adria und des Jonischen Meeres erlaubt, wie man vermuten könnte.

Der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. R. Sturany (Wien) verdanke ich die Möglichkeit, die Cymbulienausbeute der »Pola«-Expedition zum Vergleich heranziehen zu können.[1] Sämtliche Individuen gehörten der kleinen Form an bis auf drei, leider stark beschädigte Pseudo-

[1] Unter den von Oberwimmer bearbeiteten Fängen fehlen in der Sammlung die Cymbulien von Station Nr. 370; dafür enthielt ein Fläschchen mit zwei kleinen Cymbulien einen Zettel mit der Bezeichnung: $\frac{3}{1892}$ Nr. 19. Aus den Reisejournalen ist nur zu ersehen, daß dieser Fund jedenfalls nicht aus der Adria, sondern aus dem östlichen Mittelmeer stammt. Falls nicht, wie anzunehmen ist, irgendeine Verwechslung vorliegt, wäre das der erste Fund der *Cymbulia peroni* im östlichen Mittelmeer!

conchen, die nach Größe und Bezahnung der »großen Form« zuzurechnen wären. Sie waren auf Station Nr. 298 (aus 485 *m* Tiefe) und Nr. 379 (aus 1138 *m* Tiefe) mit der Kurre gefischt worden.

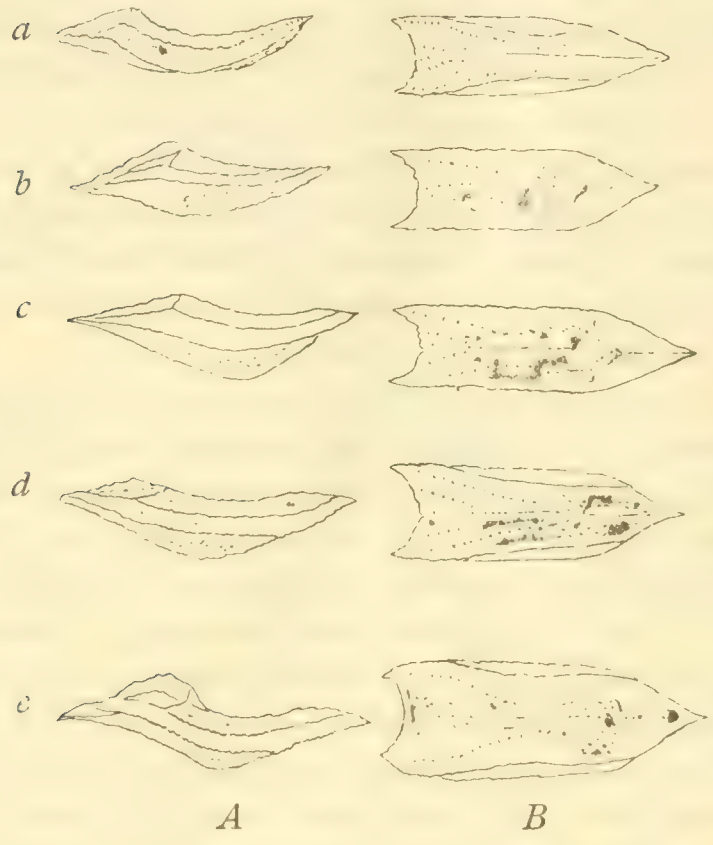


Fig. 9.

Verschiedene Pseudoconchatypen der »kleinen Form« von *Cymbulia peroni* de Blainville.

A von der Seite, *B* von der Rückseite.
a aus dem Mittelmeer, nat. Gr. 25 *mm* (nach Tesch).
b bis *e* aus der Adria, Eiland Lucietta, nat. Gr. 26, 28, 28, 31 *mm*.

Bezüglich der Ernährungsweise wissen wir von Boas (1886), daß die Thecosomen im wesentlichen Pflanzenfresser, die Gymnosomen Fleischfresser sind. Die Cymbuliiden nun schließen sich nach Meisenheimer (1905) in dieser Hinsicht aufs engste an die echten Thecosomen an, »wie aus einer von Boas angeführten Analyse des Mageninhaltes einer *Gleba* klar hervorgeht. Auch Peck sowie

Heath und Spaulding fanden im Magen von *Corolla* meist Diatomeen, Foraminiferen und organischen Detritus vor, gelegentlich wurden kleine Copepoden und einmal (Peck) ein Heteropode angetroffen.«

Der von mir daraufhin untersuchte Mageninhalt adriatischer Cymbulien bestand größtenteils aus Diatomeen und Flagellaten. Unter den ersteren fanden sich die Genera *Bacteriastrum*, *Chaetoceras* (*furca*), Dauersporen von *Ch.* (*diadema*?) und Rhizosolenien. Von Flagellaten wurden zahlreiche nackte und beschalte Formen gefunden, Gymnodiniaceen, ein *Prorocentrum* und zahlreiche Fragmente von Peridiniaceen. Sehr häufig waren auch Coccolithophoriden (darunter *Rhabdosphaera claviger*) sowie Silicoflagellaten (*Distephanus* und *Dictyocha*). Nicht selten waren ferner Tintinnen (*Cyttarocylis*? und *Dictiocysta elegans*). Von Metazoen wurden nur spärliche Reste von Copepoden (Borsten und Gliederfragmente der Beine sowie Mandibeln) und Greifhakenfragmente von Sagitten nachgewiesen.

Wie sich aus dieser Übersicht ergibt, ernährt sich *Cymbulia peroni* wenn auch nicht ausschließlich von Pflanzen, so doch größtenteils von planktonischen Protisten, unter denen kleine Flagellaten aller Art und Diatomeen die Hauptrolle spielen; wir werden sie daher vielleicht besser als Mikroplanktonfresser bezeichnen.

Gymnosomata.

Fam. **Pneumodermatidae.**

Gen. *Pneumodermopsis* Bronn.

15. *ciliata* Gegenbaur.

Wurde bisher nur von Graeffe (nach Carus, 1884 sowie 1903) im Triester Golf gefunden, und zwar in den Herbstmonaten (September bis Dezember), »öfters in großen Mengen«. Dazu bemerkt Kwietniewski (1903): »Non risulta con sicurezza, se la forma trovata da Graeffe sia realmente *Dexiobranchaea ciliata*, avendo questo

Autore confuso *Dexiobranchaea ciliata* con *Pneumoderma mediterraneum*.« Eine kleine, nur 3 *mm* große Jugendform aus dem Frühjahrplankton des Triester Golfes, die ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Kollegen Lehnhofer (Triest) verdanke, gehörte jedenfalls zu *Pneumodermopsis ciliata*.

Gen. *Pneumoderma* Cuvier.

16. *mediterraneum* van Beneden.

Meisenheimer (1905) zeichnet auf seinen Karten einen Fundort dieser Art in der nördlichsten Adria ein. Grandori (1910) gibt einen Fundort auf der Höhe von Viesti an.

17. *violaceum* d'Orbigny.

Nach Carus (1884) wurden Larven dieser Art schon von Joh. Müller in Triest gefunden. Nach Kwietniewski (1902, 1903) ist es indessen heute nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, welcher der beiden letztgenannten Arten sie angehören. In Meisenheimer's Karten (1905) fehlt die Form in unserem Gebiet.

Fam. **Clionidae.**

Gen. *Clione* Pallas.

Grandori (1910) führt dieses Genus aus der Gegend von Viesti an; die Art wurde nicht bestimmt. Es dürfte sich um *C. flavescens* Gegenbaur oder *C. longicaudata* Souleyet handeln, die beide im östlichen Mittelmeer (Messina) vorkommen.

Literatur.

Boas J. E. V., Spolia Atlantica. Dansk. Vidensk. Selsk. Skrifter, 6. Raekke, naturvid. og math., Afd. IV, Bd. 1. Kjöbenhavn 1886.

— Zur Systematik und Biologie der Pteropoden. In: Zoolog. Jahrb., Bd. 1 (1886).

Carus J. V., Prodromus faunae mediterraneae. Bd. 2, P. 2. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1890.

Graeffe Ed., Übersicht der Fauna des Golfes von Triest. VI. Mollusca. In: Arb. zoolog. Inst. Wien, Bd. 14 (1903).

Grandori R., Sul materiale planktonico raccolto nella 2ª crociera oceanografica. In: Bolletino del comitato talassografico, Nr. 6. Roma 1910.

Kwietniewski C., Alcune osservazioni intorno agli Pteropodi gimnosomi del mediterraneo. Atti Soc. Veneto-Trentina, Ser. 2, Bd. 6, Fasc. 2 (1902).

— Contribuzioni alla conoscenza anatomo-zoologica degli Pteropodi gimnosomi del mare mediterraneo. Ricerche Lab. Anat. Roma ed altri Lab. Biologici, Vol. IX (1903).

Lo Bianco S., Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht Puritan . . . In: Mitteilungen Zoolog. Station Neapel, Bd. 16 (1903).

Meisenheimer J., Pteropoda. In: Wissensch. Ergebn. der deutschen Tiefsee-Expedition., Bd. 9, 1. Lfrg. (1905).

Monterosato, Marchese di, Enumerazioni e sinonimia delle conchiglie Mediterranee. In: Giornale di scienze naturali ed economiche Palermo, 1878 (p. 55).

Oberwimmer A., Heteropoden und Pteropoden, *Sinusigera*, gesammelt auf S. M. Schiff »Pola« im östlichen Mittelmeer. In: Denkschriften kaiserl. Akademie der Wissensch. Wien, Bd. 65 (1898).

Pelseneer P., Report on the Pteropoda... Part I—III. In: Report scient. Results Challenger, Zoology. Bd. 19 und 23 (1887, 1888).

Philippson A., Das Mittelmeergebiet. Leipzig, B. G. Teubner, 1907.

Schiemenz P., Die Pteropoden der Planktonexpedition. In: Ergeb. der Planktonexped., Bd. 2, F. *b* (1906).

Steuer A., Planktonkunde. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1910, *a*.

— Adriatische Planktoncopepoden. In diesen Sitzungsber., Bd. 119, Abt. 1 (1910, *b*).

Tesch J. J., The Thecosomata and Gymnosomata of the Siboga-Expedition. In: Siboga-Expeditie, LII (1904).

—ltz— Fischreichtum im Quarnero. Österr. Fisch. Ztg., Bd. 5, Nr. 29, p. 471 (1908). (Seine Ursache: Masseninvasion von *Creseis acicula*.)

Adriatische Stomatopoden und deren Larven[1]

von

Prof. Dr. **Adolf Steuer** (Innsbruck).

(Mit 14 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1911.)

Während der Fahrten des »Rudolf Virchow«, die ja hauptsächlich zum Zwecke planktologischer Untersuchungen unternommen worden waren, konnte aus Zeitmangel nur an wenigen Stellen gedredscht werden. Erwachsene Stomatopoden wurden nicht gefunden, auch nicht bei den Dredschzügen im Prokljan-See, wo nach Angabe der Fischer, wie mir mitgeteilt wurde, besonders große Squilliden vorkommen sollen. Trotzdem scheint es mir nicht überflüssig, zunächst eine Übersicht über die bisher bekannten geschlechtsreifen Tiere der Adriaspecies zu geben.

I. Adulte Tiere der adriatischen Stomatopodenarten.

In seinem »Prospetto della fauna del mare Adriatico« führt Stossich (1881) folgende vier adriatische Stomatopodenarten auf:

1. *Squilla mantis* Rondelet. Häufig in der ganzen Adria.

2. *Squilla Desmarestii* Risso. Genügend häufig; Triest, Pirano, Cherso, Lussinpiccolo, Fiume, Zara, Lesina, Lissa, Ragusa.

[1] Die vorliegenden Mitteilungen bilden den sechsten Teil der Ergebnisse der beiden Fahrten des Dampfers »Rudolf Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno in den Jahren 1907 und 1909 (siehe diese Sitzungsberichte, Bd. CXIX, 1910 [Steuer, Adriatische Planktoncopepoden; dort auch eine Kartenskizze der Reiseroute des Jahres 1909], Bd. CXX, 1911 [Schröder, Über das Phytoplankton der Adria; Stiasny, Radiolarien aus der Adria; Steuer, Adriatische Planktonamphipoden; Steuer, Adriatische Pteropoden]).

3. *Squilla Eusebia* Risso. Sehr selten in der Adria.

4. *Gonodactylus chiragra* Fabricius. Sehr selten.

Graeffe (1902) hat im Golf von Triest nur die beiden erstgenannten Arten beobachtet, über welche er auch einige biologische Daten liefert.

Mit diesen beiden Angaben ist der Literaturbericht über adriatische Stomatopodenarbeiten aus neuerer Zeit auch schon erschöpft. Trotzdem die Heuschreckenkrebse zu den auffallendsten Vertretern der heimischen Krebsfauna gehören, war doch anzunehmen, daß die adriatische Stomatopodenfauna reicher sei, als man nach den bisherigen Angaben vermuten sollte. Auch für den Golf von Neapel und das Mittelmeer im allgemeinen glaubt Giesbrecht (1910), daß eine größere Zahl von Arten vorkomme, als bisher im geschlechtsreifen Zustande gefischt worden sind; »denn von *P.* [*Pseudosquilla*] *ferussaci* sind im ganzen nur drei Exemplare ..... gefunden worden und von *L.* [*Lysiosquilla*] *occulta* ist es bisher überhaupt nicht gelungen, erwachsene Tiere zu erbeuten, obwohl sie, nach der Zahl der jedes Jahr erscheinenden Larven zu urteilen, in der Nähe des Ufers ziemlich häufig sein müssen. Wenn aber manche Arten in geschlechtsreifem Zustande den Nachstellungen in solchem Grade entgehen können, so darf man schließen, daß andere sich zu verbergen gewußt haben. Dieser Schluß erhält ..... dadurch Bestätigung, daß die Zahl der im Mittelmeer gefundenen Larvenarten die der Species der Adulten übertrifft.«

Unter den adriatischen Stomatopoden interessiert uns hauptsächlich *Gonodactylus chiragra*. Er wurde bisher bei Neapel noch nicht beobachtet und nach Giesbrecht (1910) ist es unsicher, »ob das Genus *Gonodactylus* durch *chiragra* oder andere Arten überhaupt im Mittelmeer vertreten ist, trotzdem seine Zugehörigkeit zur mediterranen Fauna von mehreren Autoren behauptet wird.«

Die erste, sein Vorkommen in der Adria betreffende Nachricht stammt von dem ausgezeichneten venezianischen Naturforscher Olivi (1792). Es ist aber nach Martens (1881) und Giesbrecht (1910) wohl anzunehmen, daß Olivi gar keinen Stomatopoden, sondern die in den Lagunen von Venedig

massenhaft vorkommende *Gebia litoralis* vor sich gehabt hatte. Martens selbst fand einen *Gonodactylus graphurus* (= syn. *G. chiragra* var. *graphurus*) in »den älteren Beständen des Berliner Museums, mit ‚Mittelmeer', aber ohne Angabe des Finders, bezeichnet« und hält daher das Vorkommen auch dieser Art (beziehungsweise Varietät) im Mittelmeer für zweifelhaft. Milne-Edwards (1837, p. 529) sagt bezüglich der Verbreitung des *Gonodactylus chiragra* unter anderem: »Cette espèce paraît habiter toutes les mers des pays chauds; le Muséum en a reçu de la Méditerranée.... »Auch im British Museum befinden sich nach Miers (1880) zwei Exemplare von *G. chiragra* aus dem Mittelmeer, »that have long been in the collection (but no authority is recorded for this habitat)«.

Die erste sichere Angabe über das Vorkommen des *G. chiragra* in der Adria finden wir bei Nardo (1869, p. 329 bei dem mir vorliegenden Exemplar, p. 113 nach Giesbrecht); Nardo sagt: »Qui registro pescarsi anche nel nostro Adriatico, quantunque di rado, il *Gonodactylus chiragra* M. Edw., fino ad ora trovato nel solo Mediterraneo. Io lo ebbi due volte parecchi anni or sono, da pescatori provenienti dalle coste della Romagna. Nè il prof. Heller, nè il prof. Grube lo indicano frà crostacei da cui raccolti nel nostro mare.« Auf diese Stelle beruft sich weiterhin auch L. Stalio (1877),[1] den Giesbrecht (1910) nicht zitiert, und Stossich (1881), dessen Artenliste Giesbrecht ebenfalls nicht zugänglich war.

Auch Heller (1863) gibt für *G. chiragra* das Mittelmeer als Fundort an; »aber obwohl er die Art beschreibt und das Raubbein sogar abbildet, ist es doch wahrscheinlich, daß er selbst keine Tiere im Mittelmeer gefunden, sondern diesen Fundort nur von Milne-Edwards übernommen hat.« Giesbrecht, dessen Monographie diese Stelle entnommen ist, kommt zu folgendem Resultate: »Aus dem Angeführten ist zu schließen, daß das Vorkommen von *Gonodactylus* im Mittelmeer noch der Bestätigung bedarf.«

[1] Die Einsichtnahme in Stalios' Arbeit verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Antonio Valle (Triest), wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlichst danke.

Es war mir daher von großem Interesse, in der Hellerschen Sammlung am Zoologischen Institute der Universität Innsbruck zwei Exemplare der fraglichen Art, eines in Alkohol (Inv. Nr. 9555), eines trocken (Inv. Nr. 1002) aufgestellt vorzufinden. Als Fundort trug Heller selbst im Inventar »M. adr.« ein und die Etikette des Alkoholpräparates gibt Lesina als Fundort an.[1] Damit scheint mir das Vorkommen des *Gonodactylus* in der Adria sichergestellt. Beide Exemplare sind Männchen, 3·4, beziehungsweise 5·2 *cm* groß. Nach der von Lancester gegebenen Bestimmungstabelle[2] gehören beide Exemplare der var. *mutatus* an. Das Abdomen ist kahl und von den fünf dicken, abgerundeten Telsonkielen sind nur die drei mittleren bestachelt (Textfig. *A*).

[1] Das Akquisitionsjahr ist leider nicht angegeben. Heller hatte in den Jahren 1864, 1867 und 1871 in Dalmatien gesammelt.

[2] Herr Dr. Balss (München) ermöglichte mir die Einsichtnahme in das Reisewerk, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlichst danken möchte. Es ist vielleicht nicht überflüssig, wenn ich den Bestimmungsschlüssel aus der schwer zugänglichen Publikation Lancester's hier in deutscher Übersetzung beifüge:

A. Telsonkiele scharf.
- *a)* 3 gut entwickelte Kiele.
  - α) Nicht gut entwickelter Stachel am Mittelkiel; kein Anker.
    1. Rostralwinkel stumpf; Kiele am Submedianzahn nicht zusammenlaufend ..... *acutus.*
    2. Rostralwinkel scharf; Kiele am Submedianzahn zusammenlaufend ..... *acutirostris.*
  - β) Gut entwickelter Stachel am Mittelkiel; Anker vorhanden ..... *smithi.*
- *b)* 5 Kiele, von denen die submedianen mehr oder weniger entwickelt sind.
  - α) Submediankiele gut entwickelt, mit Stacheln .... *glabrous* (term *a*).
  - β) Submediankiele schlecht entwickelt, mit oder ohne Stacheln ..... *affinis* (syn. *segregatus*).

B. Telsonkiele stumpf, geschwollen.
- *a)* 3 Kiele.
  - α) Telson stachelig.
    1. Ein weiterer Kiel, und zwar ein seitlicher am Submedianzahn ..... *festae.*
    2. Kein weiterer Kiel ..... *spinosus.*
  - β) Telson nicht stachelig.
    - α_1) Kiele sehr geschwollen, sich gegenseitig beinahe berührend ..... *cspinosus.*

Es ist interessant, daß die nahe verwandte var. *graphurus* nach Martens (1881) vielleicht im Mittelmeer schon gefunden worden war und daß sich nach den Untersuchungsergebnissen von Balss (1910) die ebenfalls nahe verwandte var. *glabrous* als die häufigste *Gonodactylus*-Varietät des Roten Meeres herausgestellt hat. Die var. *oerstedi* dagegen, deren Vorkommen im Mittelmeer Hansen (1895) vermutet, ist weder hier noch in der Adria bisher nachgewiesen worden.

Von einem Geschlechtsdimorphismus, der sich nach Balss (1910) bei Männchen in einer besonderen Färbung und Fleckung auf Thorax und Abdomen kundgibt, konnte ich an meinen Exemplaren nichts bemerken; sie waren offenbar schon ausgeblaßt. Schon Brooks (1893)[1] erwähnt Farbenvarietäten bei *Gonodactylus chiragra*, sagt aber ausdrücklich, daß sie nicht auf ein Geschlecht beschränkt sind, sondern bringt die Farbenunterschiede vermutungsweise mit der verschieden langen Zeit in Beziehung, die bei den verschiedenen Individuen seit der letzten Häutung verstrichen ist.

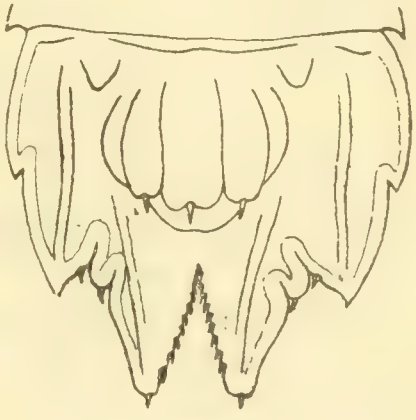


Fig. A.

In seiner mehrfach zitierten Monographie macht Giesbrecht (1910) auch einige Angaben über Geräusche, die von

β_1) Kiele nicht sehr geschwollen, mit deutlichen Zwischenräumen:
1. Ein weiterer Kiel, und zwar ein seitlicher am Submedianzahn ..... *oestedi.*
2. Kein weiterer Kiel:
1_1. 6 Marginalzähne, Anker vorhanden.. *incipiens.*
2_1. 6 Marginalzähne, Anker fehlend .... *anancyrus.*
3_1. 4 Marginalzähne, Anker fehlend .... *tumidus.*

b) 5 Kiele.
α) Suturen an den Terga der Abdominalsegmente..... *graphurus.*
β) Suturen fehlend; Stacheln an den drei mittleren Kielen *mutatus.*
γ) Suturen fehlend; keine Stacheln an den drei mittleren Kielen ..... *glabrous* (term *b*).

[1] Die Einsichtnahme in die Brook'sche Arbeit verdanke ich der Liebenswürdigkeit meines hochverehrten Chef, des Herrn Prof. Heider.

Stomatopoden hervorgebracht werden. *Lysiosquilla excavatrix*, *Squilla empusa* und auch *mantis* erzeugen ein Stridulationsgeräusch, indem sie die Uropoden an der Unterfläche des Telsons reiben. Das dürfte, wie sich aus dem Namen schließen läßt, auch bei der ostindischen *Squilla stridulans* der Fall sein, obwohl darüber keine Angaben vorliegen. Nicht zitiert ist bei Giesbrecht eine etwas versteckte Anmerkung Ortmann's (1901, p. 1245), wonach auch unser *Gonodactylus chiragra*, ähnlich wie *Alpheus* und *Typton*, ein »Schnalzen« hervorbringen kann, das bei *Alpheus*, wie ich selbst wiederholt beobachten konnte, mit dem Ton eines zerspringenden Glases die größte Ähnlichkeit hat. Ortmann (1901) sagt nun im Anschluß daran: »Ein Stomatopode (*Gonodactylus chiragra* und vielleicht auch

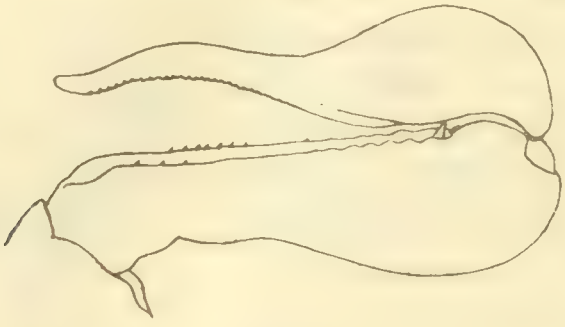


Fig. *B*.

andere Arten) erzeugt einen identischen Ton durch plötzliches Ausstrecken der vorher eingeschlagenen Endglieder der Raubfüße.« Der Schallmechanismus ist hier jedenfalls im Prinzip ähnlich wie bei *Alpheus*, bei dem der Ton beim plötzlichen Öffnen der Scherenfinger dadurch entsteht, daß dabei ein dem beweglichen Finger aufsitzender Chitinzapfen aus einer Grube im unbeweglichen Finger wie ein Kork aus einer Flasche herausgezogen wird.

Bei stärkerer Vergrößerung zeigen die beiden Endglieder (V und VI), das sind Hand- oder Tarsalglied und Endfinger oder Klaue des Raubfußes von *Gonodactylus* folgenden Bau (Textfig. *B*).

Die ventrale Kante des Handgliedes, gegen welche die Klaue adduziert wird, ist von einer engen Rinne mit etwas überhängenden Rändern durchfurcht, die am proximalen Gliedende am tiefsten ist und deren Rand hier am äußersten Ende

stark überhangend ist. Die Ränder selbst sind an meinen beiden Exemplaren am distalen Teile etwas gewellt, am proximalen mit wenigen winzigen Dörnchen besetzt. Die Schneide der gebogenen Klaue ist nicht vollkommen glatt, wie z. B. Heller (1863) angibt, sondern mit kleinen Warzen besetzt. Die Tonerzeugung dürfte nun in folgender Weise zustandekommen: Beim Schließen des Raubfußes wird die Klaue in die Tiefe der Rinne des Handgliedes gepreßt, wobei vielleicht infolge einer gewissen Elastizität die Klauenspitze über den proximalen vorspringenden Rand der Rinne hinabgleitet. Beim plötzlichen Aufschnellen der Klaue dürfte dann, ähnlich wie bei *Alpheus*, der Schnalzlaut zustandekommen.

II. Adriatische Stomatopodenlarven.

Die einzige genauere Angabe über eine adriatische Stomatopodenlarve findet sich meines Wissens bei Claus (1880, 1883), der das letzte Larvenstadium von *Squilla mantis* zeichnete. Die Tiere waren ihm »von der Triester Station zugesandt und konnten in Wien einige Tage am Leben erhalten werden«. Im Triester Golf pflegen Stomatopodenlarven vom Juli bis Anfang (Steuer, 1910) oder noch Ende Oktober (Stiasny, 1910) aufzutreten. In der südlichen Adria scheint die Schwärmzeit schon früher einzusetzen, da, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, bei Ragusa schon Mitte Juni[1] *Squilla*-Larven im ersten pelagischen Stadium gefischt wurden.

Das mir zur Verfügung stehende Material bezieht sich auf folgende Arten, beziehungsweise Fundorte:

Golf von Triest (ohne Datum): *Squilla mantis*, drittes, sechstes und siebentes pelagisches Stadium.

Golf von Triest (16. Juli 1902): *S. mantis*, erstes pelagisches Stadium.

[1] In meinem ersten Bericht (Adriatische Copepoden, p. 20) soll es bei den Fängen vor Ragusa 15. bis 19. Juni (statt Juli) heißen. — Giesbrecht (1910) beobachtete in Neapel das erste pelagische Stadium von *Squilla mantis* am 23. Juni, das letzte Exemplar des zehnten (letzten) pelagischen Stadiums am 28. November.

Golf von Triest (30. Juli 1902): *S. mantis*, erstes pelagisches Stadium.

Golf von Triest (30. Juli 1902): *Lysiosquilla eusebia*, zweites pelagisches Stadium.

Barbariga (28. Juli 1909): *Lysiosquilla occulta*, erstes pelagisches Stadium.

Quarnero (28. Juli 1909): *Squilla desmaresti*, erstes pelagisches Stadium.

Corrente bei Lussin (28. Juli 1909): *L. occulta*, drittes und fünftes pelagisches Stadium.

Selve (28. und 31. Juli 1909): *Squilla desmaresti*, erstes pelagisches Stadium.

Ragusa (15. Juni 1907): *Squilla mantis*, erstes pelagisches Stadium.

Ragusa (15. Juni 1907): *S. desmaresti*, erstes pelagisches Stadium.

Von den angeführten Arten ist die Larve von *Lysiosquilla occulta* für die Adria neu. Wie schon eingangs erwähnt wurde, sind erwachsene Tiere dieser Art noch nicht bekannt. Von *L. eusebia* lagen mir weder erwachsene Tiere noch Larven vor. Nach Giesbrecht (1910) sind die Larven von *L. eusebia* die ersten unter allen Stomatopodenlarven, die jedes Jahr im Golf von Neapel erscheinen. Die Larven des ersten Stadiums leben ausschließlich in Küstennähe, die späteren Stadien wurden aber stets in größerer Entfernung von der Küste angetroffen. Über die Verbreitung der erwachsenen Tiere in der Adria sagt Nardo (1869): »Abita in compagnia della *S. mantis* colla quale viene raramente pescata dai pescatori, che non si curano però di essa a motivo della sua piccolezza.«

Von den somit in der Adria bisher nachgewiesenen fünf Stomatopodenarten gebe ich im folgenden im Anschluß an Giesbrecht eine Bestimmungstabelle. Durch Einfügen von Figuren an den entsprechenden Stellen hoffe ich ihre Brauchbarkeit erhöht zu haben.

Bestimmungstabelle der adriatischen erwachsenen Stomatopoden.

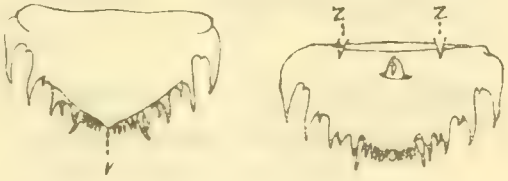
A. **An der konkaven Kante des Raubbeines sitzen wenigstens sieben Zinken.**

Endopodit (*Ep*) der Gehbeine blattförmig.

Lysiosquilla Dana.

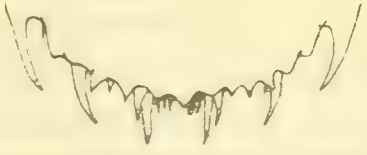
1. Die dorsale, mit dem Hinterrand des Telsons parallele Kante nur mit medianem Vorsprung (*V*), sonst glatt. An der Ventralseite des sechsten Abdominalsegmentes, nahe am Hinterrand, jederseits eine Zacke (*Z*).

   L. euscbia Risso.



2. Die bezeichnete Kante des Telsons sägeartig gezackt. Zacken an der Ventralseite des sechsten Abdominalsegmentes fehlen.

   L. occulta Giesbr. (juv.!)



B. **An der konkaven Kante des Raubbeines sitzen vier bis fünf Zinken.**

Endopodit (*Ep*) der Gehbeine griffelförmig.

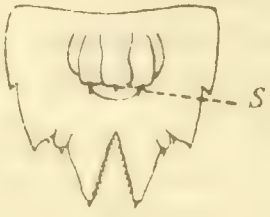
Squilla Fabr.

1. Telson mit submedianem Purpurfleck. Letztes Segment des Vorderleibes geht seitlich in eine Spitze (*S*) aus.
S. mantis L.

2. Telson ohne submedianen Purpurfleck. Letztes Segment des Vorderleibes seitlich mit welligem Saum (*S*).[1]
S. desmaresti Risso.

C. **Konkave Kante des Raubbeines ohne Zinken.**
Endopodit der Gehbeine griffelförmig.
Gonodactylus Latreille.

1. Dorsalseite der Abdominalsegmente glatt. Rostrum endigt in einen spitzen Dorn; Telson mit fünf geschwollenen, stumpfen Kielen; die drei mittleren mit kleinen Stacheln (*S*).
G. chiragra Fabr.
var. *mutatus* Lanc.



---

[1] NB. Bei der erst 1910 bei Neapel entdeckten *S. pallida* Giesbr. mit spitzem Fortsatz (*F*).

Literaturverzeichnis.

Balss H., Stomatopoden des Roten Meeres. In: Denkschr. math.-naturw. Klasse Akad. Wiss. Wien, Bd. 85 (1910).

Brooks W. K. (and Herrick F. H.), The embryology and metamorphosis of the Macroura. In: Mem. Nation. Acad. Washington, Bd. 5, Mem. 4 (1893).

Claus C., Über Herz und Gefäßsystem der Stomatopoden. In: Zoolog. Anz., 3. Jahrg. (1880).

— Die Kreislauforgane und Blutbewegung der Stomatopoden. In: Arb. zool. Inst. Wien, Bd. 5 (1883).

Giesbrecht W., Stomatopoden. Erster Teil. In: Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 33. Monographie (1910).

Graeffe Ed., Übersicht der Fauna des Golfes von Triest, nebst Notizen über Vorkommen, Lebensweise, Erscheinungs- und Laichzeit der einzelnen Arten. 5. *Crustacea*. In: Arb. zool. Inst. Wien, Bd. 13 (1900).

Hansen H. J., Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden der »Plankton«-Expedition. In: Ergeb. Plankton-Exp., Bd. 2, G. c. (1895).

Heller C., Die Crustaceen des südlichen Europa. Wien 1863.

Lancester W. F., Marine Crustaceans. 8. Stomatopoda. In: The Fauna and Geogr. of the Maldive and Laccadive Archipelagoes, Bd. 1 (1903).

Martens E., v., Squilliden aus dem Zoologischen Museum in Berlin. In: Sitzb. Ges. Freunde, Berlin 1881.

Miers E. J., On the Squillidae. In.: Annals Mag. Nat. Hist., Serie 5, Vol. 5 (1880).

Milne-Edwards H., Histoire Naturelle des Crustacées, comprenant l'anatomie, la physiologie et la classification de ces animaux, T. 2, Paris 1837.

Nardo G. D., Annotazioni illustranti cinquantoquattro specie di Crustacei.....nel Mare Adriatico. In: Mem. Ist. Veneto Sc. Venezia, Bd. 14 (1869).

Olivi G., Zoologia Adriatica. Bassano 1792.

Ortmann A. E. (Gerstaecker A. und —). *Crustacea: Malacostraca*. In: Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Bd. 5, Abt. 2, 2. Hälfte (1901).

Stalio L., Catalogo metodico e descrittivo dei Crostacei dell' Adriatico. In: Atti R. Istituto Veneto, 5. Serie, Bd. 3 (1876 bis 1877).

Steuer A., Planktonkunde. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1910.

Stiasny G., Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1909. In: Zool. Anz., Bd. 35 (1910).

Stossich M., Prospetto della fauna del mare Adriatico. Parte III. Crustacea. In: Bollett. Soc. Adr. S. Nat. Trieste, Bd. 7 (1881).

Über adriatische Tornaria- und Actinotrocha-Larven[1]

von

Dr. **Gustav Stiasny.**

K. k. zoologische Station, Triest.

(**Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1911.**)

Die in den folgenden Zeilen kurz besprochenen Larvenformen der *Tornaria* und *Actinotrocha* sind Planktonproben entnommen, welche auf den im Jahre 1909 von Seite der Deutschen zoologischen Station in Rovigno nach den dalmatinischen Gewässern unternommenen Fahrten gefischt wurden.

Für die Überlassung der Objekte zur Bearbeitung sage ich Herrn Dr. Thilo Krumbach und Herrn Prof. Dr. A. Steuer meinen Dank.

1. **Tornaria Krohnii** Spengel.

Canal von Selve, 110 *m* Tiefe, Helgoländer Brutnetz, 31. Juli 1909, Temperatur: Oberfläche 25°, Tiefe 22°.

Sieben Exemplare vorgefunden. Sie stimmen in Größe und Alter so ziemlich überein und stammen offenbar von einer Laichung. Scheitelfeld schmal. Ventral- und obere Dorsalloben

---

[1] Die vorliegende Arbeit ist der siebente Teil der Ergebnisse der in den Jahren 1907 und 1909 auf dem Dampfer »R. Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno unternommenen Planktonfahrten. (Siehe diese Sitzungsber. Bd. CXIX, 1910 (A. Steuer, Adriatische Planktoncopepoden; dort auch eine Kartenskizze der Reiseroute des Jahres 1909), Bd. CXX, 1911 (Schröder, Über das Phytoplankton der Adria, Stiasny, Radiolarien aus der Adria, Steuer, Adriatische Planktonamphipoden, Steuer, Adriatische Pteropoden, Steuer, Adriatische Stomatopoden und deren Larven).

mit je 3 bis 6 Paar sekundären Loben besetzt. Laterallobus tief. Sattel des Ventralbandes hoch und schmal. Das Analfeld meist etwas eingezogen, so daß sich das Vorhandensein des sekundären Wimperringes nur schwer konstatieren läßt. Cölomsäckchen angelegt. Konservierung in Formolalkohol nicht sehr gut, namentlich die Form nicht recht gut erhalten.

Habitus stimmt im ganzen mit der Spengel'schen (4) Abbildung und Beschreibung (Taf. 22, Fig. 8 bis 10, p. 375) der *Tornaria Krohnii* überein. Kleine Unterschiede bestehen nur in dem schmäleren Scheitelfeld, der größeren Zahl der Loben und dem höheren und schmäleren Sattel des Ventralbandes bei der adriatischen Form.

Tornaria Krohnii ist bisher in der Adria noch nicht nachgewiesen worden. Genauere systematische Angaben oder Beschreibungen adriatischer Tornarien sind auffallenderweise seit Johannes Müller (1850 bis 1852) nicht gemacht worden. Johannes Müller (1, 2, 3) beschrieb die später von Spengel (4) als *Tornaria Mülleri* bezeichnete Larvenform aus dem Golfe von Triest.

Cori und Steuer (5) erwähnen Zeit und Art (Schwarmbildung) des Auftretens der *Tornaria* im Triester Golf, ohne nähere Angaben darüber zu machen, um welche es sich eigentlich handelt. Auch in seiner Notiz über das Vorkommen des *Balanoglossus* im Triester Golfe erwähnt Cori (6) nur das häufige Auftreten der »*Tornaria*« und gelegentliche Beobachtung »ganz junger Larvenstadien am Anfang der Schwärmperiode« ohne nähere systematische Angabe. Steuer (7, 8) führt die *Tornaria* ohne nähere Bezeichnung in seinen Tabellen an. Auch in seiner »Planktonkunde« spricht er (12) ganz allgemein vom Auftreten der »*Tornaria*« im Golfe von Triest und von der Laichperiode des *Balanoglossus* von Grado.

Dasselbe ist in meinen kurzen Notizen (9, 10, 11) über die marine Fauna des Triester Golfes der Fall.

Heider (13) hat in seiner Mitteilung über die Entwicklung des *Balanoglossus* sehr wichtige Angaben über die ersten Entwicklungsstadien bis zur Cölombildung gemacht, die

Tornaria zu züchten, ist ihm nicht gelungen. Seine Beobachtungen beruhen auf Gradoenser Material.

In einer kleinen Notiz (14) besprach ich nur die Lebensweise des erwachsenen Tieres.

Es liegen also seit Johannes Müller's Zeiten keine weiteren genaueren Angaben über die Tornarien der Adria und speziell des Triester Golfes vor.

Die im Golfe von Triest auftretenden Tornarien sind nach meinen Beobachtungen nicht *Tornaria Krohnii*, sondern zumeist *Tornaria Mülleri* und auf diese beziehen sich zweifellos die obigen Literaturangaben. Es kommt jedoch im Plankton des Triester Golfes außer dieser großen *Tornaria* noch eine zweite kleinere Larvenform vor, über welche ich jedoch leider nähere Mitteilungen zu machen noch nicht in der Lage bin. Vielleicht handelt es sich bei dieser kleineren Form nur um jüngere Entwicklungsstadien der *Tornaria Mülleri*. Es sprechen jedoch manche Anzeichen dafür, daß da eine andere *Tornaria* vorliegt. Es müßte dann im Golfe von Triest außer dem *Balanoglossus clavigerus delle Chiaje*, zu dem wohl die *Tornaria Mülleri* gehört, noch eine zweite Enteropneustenart vorkommen und laichen, welche jedoch bisher noch nicht gefunden wurde. Jedenfalls müssen über die kleinere *Tornaria* des Triester Golfes noch weitere Beobachtungen angestellt werden.

2. Actinotrocha branchiata Müller.

Kanal von Selve, 110 *m* Tiefe, Helgoländer Brutnetz, 31. Juli 1900. Temperatur: Oberfläche 25°, Tiefe 22°.

Zwei Exemplare vorgefunden. Das eine größere von zirka 1·5 *mm* Länge ist sehr durchsichtig und trägt zwölf Paar Larvententakel, das kleinere von zirka 1 *mm* Länge besitzt zehn Paar Larvententakel. Bei beiden sind die definitiven Tentakel noch nicht angelegt.

Die Abbildung der Triester *Actinotrocha* in Selys-Longchamps (17, Taf. 11, Fig. 27) entspricht den gefundenen beiden Larven.

Das Vorkommen von Actinotrochen in der Adria ist schon seit langem bekannt. Johannes Müller (15) hat die von ihm

in der Nordsee gefundene *Actinotrocha branchiata* auch im Adriatischen Meere »sowohl im Frühling als im Herbste und in durchaus gleicher Gestalt wiedergesehen (p. 86). Metschnikoff (16) beschreibt aus dem Golfe von Triest eine von *Actinotrocha branchiata* verschiedene Form, welche später von Selys-Longchamps (17) nach ihrem Entdecker benannt wurde. Graeffe (18) berichtet in seiner »Übersicht über die Fauna des Golfes von Triest«, daß die *Actinotrocha* in den Wintermonaten häufig anzutreffen sei, und daß in den Sommermonaten Mai und Juni noch eine kleinere Form im Plankton zu beobachten sei. Er fügt dann noch die Vermutung bei, daß die beiden Larvenformen wahrscheinlich verschiedenen Spezies angehören dürften.

Selys-Longchamps (17) erwähnt das Vorkommen der *Actinotrocha branchiata* und *Metschnikoffi* im Golfe von Triest und bildet auch, wie oben bereits erwähnt, ein Exemplar der *A. branchiata* aus dem Triester Plankton ab.

Steuer (19) und ich (20) erwähnten in den Planktontabellen das Auftreten der *Actinotrocha* im Plankton des Golfes von Triest, ohne nähere Angabe, um welche Spezies es sich dabei handelt. Auch die Angabe Steuer's (12) in seiner Planktonkunde ist ganz allgemein gehalten.

Ich habe im Plankton des Golfes von Triest sowohl *Actinotrocha branchiata* als auch *A. Metschnikoffi* gefunden, kann also Graeffe's (18) Beobachtung, daß es zwei Actinotrochen im Golfe von Triest gibt, bestätigen. Dagegen kann ich ihm nicht darin beistimmen, daß die *Actinotrocha* das ganze Jahr über vorkommt. Ich habe diese Larvenform fast ausschließlich in den wärmeren Monaten gefunden. Sie hat ihre ausgesprochene Hochzeit im August—September. Vereinzelte Nachzügler treten dann noch im Herbst und Winteranfang auf. Sie ist keine häufige Form des Golfplanktons. Von den beiden Beobachteten ist die kleinere, die *A. Metschnikoffi*, die seltenere. Die für das Golfplankton typische ist jedenfalls die *Actinotrocha branchiata* Müller. Da es bisher in der Adria noch nicht gelungen ist, die erwachsene *Phoronis* zu finden, bleibt die Frage offen, ob zwei verschiedene Spezies vorkommen oder nur eine.

Literaturverzeichnis.[1]

A. Über *Tornaria.*

1. Müller Johannes, Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. 2. Abh., Abh. Acad. Wiss., Berlin 1850.
2. Müller Johannes, Über die Larven und die Metamorphose der Holothurien und Asterien. Abh. Acad. Wiss., Berlin 1850.
3. Müller Johannes, Über die Larven und die Metamorphose der Holothurien und Asterien. Abh. Acad. Wiss., Berlin 1851.
4. Spengel J. W., Die Enteropneusten des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte, 1893.
5. Cori C. J. und Adolf Steuer, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes in den Jahren 1899 und 1900. Zool. Anz., Bd. XXIV, 1901.
6. Cori C. J., Über das Vorkommen des *Polygordius* und *Balanoglossus (Ptychodera)* im Triester Golfe. Zool. Anz., Bd. XXV, 1902.
7. Steuer Adolf, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes im Jahre 1901. Zool. Anz., Bd. XXV, 1902.
8. Steuer Adolf, Beobachtungen über das Plankton des Triester Golfes im Jahre 1902. Zool. Anz., Bd. XXVII, 1903.
9, 10, 11. Stiasny Gustav, Beobachtungen über die marine Fauna des Triester Golfes im Jahre 1907, 1908, 1909. Zool. Anz., Bd. XXXII (1908), XXXIV (1909) und XXXV (1910).
12. Steuer Adolf, Planktonkunde 1910.
13. Heider Karl, Zur Entwicklung von *Balanoglossus clavigerus delle Chiaje.* Zool. Anz., Bd. XXXIV, 1909.
14. Stiasny Gustav, Zur Kenntnis der Lebensweise von *Balanoglossus clavigerus delle Chiaje.* Zool. Anz., Bd. XXXV, 1910. (Mit Nachtrag.)

---

[1] Umfaßt nur jene Arbeiten, in welchen die beiden Larvenformen aus der Adria erwähnt wurden, erhebt sonst keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

B. Über *Actinotrocha.*

15. Müller Johannes, Über verschiedene Formen von Seetieren. Müller's Archiv, 1854.
16. Metschnikoff Elias, Über die Metamorphose einiger Seetiere. III. Über *Actinotrocha.* Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 21, 1871.
17. Selys-Longchamps M. de, *Phoronis.* Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 1907.
18. Graeffe Eduard, Übersicht der Fauna des Golfes von Triest. X. Arb. Zool. Inst. Wien, Triest, Bd. 15, 1905.
19. Steuer Adolf, siehe oben unter 7, 8, 12.
20. Stiasny Gustav, siehe oben unter 9, 10, 11.

Triest, k. k. zoologische Station, Juni 1911.

Planktonische Foraminiferen aus der Adria[1]

von

Dr. Gustav Stiasny.

K. k. Zoologische Station, Triest.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1911.)

Die im Folgenden besprochenen pelagischen Foraminiferen aus der Adria sind dem Planktonmaterial entnommen, das mir von den Herren Prof. Dr. A. Steuer und Dr. Thilo Krumbach zur Untersuchung übergeben wurde. Dasselbe stammt von zwei Fahrten des Dampfers »Rudolf Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno, die in den Jahren 1907 und 1909 nach den dalmatinischen Gewässern unternommen wurden. Die Foraminiferen wurden gleichzeitig mit den Radiolarien herausgesucht, über welche ich in diesen Sitzungsberichten an anderer Stelle berichte. Die in einem Präparate aus dem Zoologischen Institut Innsbruck (Aufschrift: Nr. 18116—65. *Globigerina*. Lant. Lucietta 200 *m*, Adria, 30. Juli 1909) enthaltenen Foraminiferen, die dem gleichen Material entstammen, wurden in die folgende Liste mitaufgenommen.

Den genannten beiden Herren spreche ich für die Überlassung der Objekte zur Untersuchung meinen besten Dank

[1] Die vorliegende Arbeit ist der achte Teil der Ergebnisse der in den Jahren 1907 und 1909 auf dem Dampfer »R. Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno unternommenen Planktonfahrten (siehe diese Sitzungsber. Bd. CXIX, 1910). (Steuer, Adriatische Planktoncopepoden. Bezüglich der Reiseroute vergleiche man die in dieser Arbeit enthaltene Textfigur.) Bd. CXX, 1911 (Schröder, Über das Phytoplankton der Adria, Stiasny, Radiolarien aus der Adria, Steuer, Adriatische Planktonamphipoden, Steuer, Adriatische Pteropoden, Steuer, Adriatische Stomatopoden und deren Larven, Stiasny, Über adriatische *Tornaria*- und *Actinotrocha*-Larven).

aus. Zu großem Danke bin ich Herrn Prof. Dr. L. Rhumbler, Hannover-Münden, verpflichtet, der so freundlich war, einige Spezies zu bestimmen, deren Determinierung mir, weil ich die erforderliche Literatur trotz mehrfacher Bemühung mir nicht verschaffen konnte, nicht möglich war. Herrn Konservator A. Valle vom Museo Civico in Triest danke ich herzlich für seine Unterstützung in bezug auf die Literaturbeschaffung.

I. Allgemeiner Teil.

Über adriatische Foraminiferen liegen bisher nur sehr wenige Literaturangaben vor. Die älteste ist diejenige von Orazio Silvestri (3), der in einer Monographie über das Genus *Nodosaria* einige faunische Bemerkungen über adriatische Nodosarien machte. Stossich (5) gibt in seiner faunistischen Übersicht unter anderem eine kurze Liste einiger, meist benthonischer Foraminiferen, ohne weitere biologische Bemerkungen daran zu knüpfen. Car (1) erwähnt in einer kurzen Notiz über Planktonproben aus dem Adriatischen Meere, daß er bei Tiesno (Stretto) unter anderem auch Foraminiferen gefunden habe, macht jedoch keine näheren Angaben über die Arten. F. W. Winter (6) untersuchte *Peneroplis pertusus* Forskal aus Rovigno; seine Arbeit enthält jedoch keinerlei faunistische oder systematische Angaben über andere adriatische Foraminiferen. E. Debes (2) bildet in einer kleinen Studie rein technischen Charakters die Mikrophotographie eines vortrefflichen Präparates adriatischer Foraminiferen ab, die einen Einblick in den Formenreichtum dieser in der Adria so überaus häufigen Protozoen gewährt. In jüngster Zeit ist eine Mitteilung über Foraminiferen aus dem Sande von Rovigno erschienen, eine nachgelassene Schrift von F. Schaudinn (4). Es sind in dieser Liste nicht weniger als 153 Arten von Foraminiferen angeführt, die »aus Grundproben, die im Verlaufe von sechs Jahren von der zoologischen Station in Rovigno an das Zoologische Institut in Berlin geschickt wurden«, ausgesucht wurden. Schließlich zählt H. Wiesner (7) 91 Arten (darunter eine neue Varietät) auf, die er in $1^1/_2$ *l* Foraminiferensand gefunden hatte. Das Material entstammt einer an einem Tage

(15. September 1910) an einer Stelle vor dem Nordhafen von Rovigno entnommenen Grundprobe. In dieser fanden sich ebenso wie in dem von Schaudinn untersuchten Material Schalen planktonischer Arten. Sonst ist, soviel ich feststellen konnte, über adriatische Foraminiferen nichts Näheres bekannt.

Die Ausbeute an Foraminiferen, die auf den beiden Fahrten des »Rudolf Virchow« gemacht wurde, ist bei weitem spärlicher als diejenige an Radiolarien. Es wurden im ganzen bloß vier verschiedene Arten (gegen 21 Radiolarienspezies) gefunden. Als häufigste pelagische Foraminifere in den Planktonfängen erwies sich *Orbulina universa* d'Orb.; die übrigen Spezies wurden nur in wenigen Exemplaren gefischt. Neu für die Adria sind drei Formen: *Hastigerina pelagica* d'Orb., *Globigerina triloba* Reuss. und *Orbulina universa* d'Orb. Was die horizontale Verbreitung betrifft, so zeigen die adriatischen Foraminiferen ein ähnliches Verhalten wie ich dies bei den adriatischen Radiolarien feststellen konnte. Die meisten Exemplare wurden in den südlichsten Fängen (Lucietta, Ragusa) gefunden, sonst wurden nur noch in einem einzigen Fange (Kanal von Selve) Foraminiferen nachgewiesen. Es scheinen also auch die Foraminiferen als typische Reinwasserbewohner der Hochsee nach Norden zu seltener zu werden.[1]

In bezug auf die vertikale Verbreitung der pelagischen Foraminiferen in der Adria läßt sich leider auf Grund der vorliegenden Fänge ebensowenig aussagen, als dies bei den Radiolarien der Fall war, handelt es sich doch hier nicht um Schließnetzfänge, sondern lediglich um Vertikalzüge. Auch für die Foraminiferen erweist sich die Abfischung bestimmter Horizonte mit Schließnetz als unbedingte Notwendigkeit bei der weiteren Erforschung der Adria. Die überaus reiche Ausbeute an Foraminiferen bei Untersuchung der Grundproben von Rovigno läßt mit Bestimmtheit die Auffindung zahlreicher anderer pelagischer Thalamophoren erwarten.

---

[1] Bei gelegentlichen Aufenthalten in Rovigno habe ich vereinzelte Globigerinen im Plankton gefunden. Im Plankton des Golfes von Triest fehlen sie jedoch gänzlich.

II. Spezieller Teil.

1. Fangjournal.

1. Vor Barbariga, 1^h nachts, 28. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

---

2. Quarnero, Mitte des Südrandes, 5^h früh, 28. Juli 1909, 35 *m* Tiefe.

---

3. Corrente an der Südostküste von Lussinpiccolo, 10^h vormittags, 28. Juli 1909, Oberfläche.

---

4. Vor Cigale auf Lussinpiccolo, 10^h 30^m vormittags, 28. Juli 1909, 50 *m* Tiefe.

In seinem Reisetagebuch notierte Steuer aus diesem Fange u. a. auch Globigerinen. Im konservierten Material konnten aber keine Foraminiferen gefunden werden.

5. Kanal von Selve, 6^h abends, 31. Juli 1909, 110 *m* Tiefe.

Globigerina rubra d'Orb.

Globigerina triloba Reuss.

6. Südlich von Zara, 8^h früh, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

---

7. Bei S. Vito (Sebenico), 4^h nachmittags, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe.

---

8. Bei Lukš (Sebenico) nach 4^h nachmittags, 29. Juli 1909, 30 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

9. Prokljan, Seemitte, 4^h 15^m nachmittags, 29. Juli 1909, 12 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

10. Prokljan, Einmündung der Krka in den See, nach 4^h 30^m nachmittags, 29. Juli 1909, 15 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

11. Vor Sebenico in der Krka, 5^h nachmittags, 29. Juli 1909, 7 *m* Tiefe (Netz schief gezogen).

---

12. Bei Lucietta, mittags, 30. Juli 1909, 200 *m* und 100 *m* (O.) Tiefe.

Orbulina universa d'Orb. juv. et adult.
Hastigerina pelagica d'Orb.

13. Im tiefen Wasser vor Ragusa, 15. und 19. Juni 1907 (aus angeblich über 1000 *m* Tiefe) leg. R. Burckhardt.

Orbulina universa d'Orb. juv. et adult.

2. Verzeichnis der vom Stationsdampfer »Rudolf Virchow« in den Jahren 1907 und 1909 gesammelten Foraminiferen.

(Die für die Adria neuen Gattungen und Arten sind ***fett*** gedruckt.)

Hastigerina Wyv. Thomson.

Hastigerina pelagica d'Orbigny.

Drei Exemplare vorgefunden.
Fundort: Lucietta.

Globigerina d'Orbigny.

Globigerina rubra d'Orbigny.

Zwei rotgefärbte (Schalenfärbung) Exemplare.
Fundort: Canal di Selve.

Globigerina triloba Reuss.

Ein Exemplar.
Fundort: Canal di Selve.

Orbulina d'Orbigny.

Orbulina universa d'Orb.

Häufigste Foraminifere in den Fängen. Jugendformen und erwachsene Exemplare beobachtet.

Da die Jugendformen der *Orbulina* bekanntlich von denjenigen der *Globigerina* kaum zu unterscheiden sind, ist es leicht möglich, daß einzelne Exemplare, die ich für *Orbulina* juv. halte, zu *Globigerina* gehören. Meistens sind die beob-

achteten Jugendformen nackt, in einzelnen Fällen war jedoch die Schale ganz fein, dünnwandig angelegt, ohne Stacheln, ganz ähnlich wie in Rhumbler's (10) Fig. 28*c* dargestellt. Maximum der Kammerzahl vor der Einhüllung 12.

Unter den erwachsenen Exemplaren von *Orbulina* ließen sich die beiden von Rhumbler (10) aufgestellten Varietäten unterscheiden. Bei Varietas α war die dicke *Orbulina*-Hülle nicht sehr viel größer als der *Globigerina*-Einschluß, die Poren ziemlich gleich groß. Bei der Varietas β, die etwas größer ist als α, ist der *Globigerina*-Einschluß sehr viel kleiner als die *Orbulina*-Schale; die Hülle ist dünn, deutlich sind viele kleine und relativ wenige größere Poren zu unterscheiden.

Fundort: Lucietta, Ragusa.

Literaturverzeichnis.

A. Arbeiten über Foraminiferen aus der Adria und solche, worin adriatische Foraminiferen erwähnt sind:

1. Car Lazar, Planktonproben aus dem Adriatischen Meere und einigen süßen und brackischen Gewässern Dalmatiens. Zool. Anz., Bd. XXV, 1902.
2. Debes E., Zur Technik der Foraminiferen-Präparation. Sitzungsber. Naturforsch. Gesellschaft Leipzig, 37. Jahrg., 1910.
3. Silvestri Orazio, Le Nodosarie fossili nel terreno subapennino italiano e viventi nei mari d'Italia. Catania 1872.
4. Schaudinn Fritz, Verzeichnis von Foraminiferen aus Rovigno. Notizen über die Fauna der Adria bei Rovigno. II. Zool. Anz., Bd. XXXVII, 1911.
5. Stossich Adolfo, Breve sunto sulle produzioni marini. Boll. Soc. Adriat. Scienc. nat. Trieste. Vol. II, 1876.
6. Winter F. W., Zur Kenntnis der Thalamophoren. Arch. f. Prolistenk., 10. Bd., 1902.
7. Wiesner H., *Foraminifera* von dem Sandgrunde der Bucht S. Pelagio bei Rovigno in 3 *m* Tiefe. Notizen über die Fauna der Adria bei Rovigno. VI. Zool. Anz., Bd. XXXVII, 1911.

B. Literatur, die zur Bestimmung der Objekte benützt wurde (kein vollständiges Verzeichnis):

8. Brady H., Report on the *Foraminifera* in: The voyage of H. M. S. Challenger V. 9. Zoology. London 1884.
9. Bütschli O., Protozoa in H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. I, 1880.
10. Rhumbler L., Nordische Plankton-Foraminiferen. Nord-Plankton. 1. Lieferung, XIV, 1901.

Die Arbeiten d'Orbigny's waren mir nicht zugänglich.

Triest, k. k. zoologische Station, Juni 1911.

Eine neue marine Suctorie (Tokophrya steueri nov. spec.) aus der Adria[1]

von

Dr. **Olaw Schröder** (Heidelberg).

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. Juni 1911.)

Auf zwei Fahrten, die der Dampfer »R. Virchow« der Deutschen zoologischen Station in Rovigno (Istrien) zur Erforschung des Planktons der Adria unternahm, wurden am 15. bis 19. Juli 1907 bei Ragusa, besonders aber am 30. Juli 1909 bei der Insel Lucietta zahlreiche Exemplare des Copepoden *Euchaeta hebes* Giesbr. erbeutet, die mit einer großen *Tokophrya*-Art besetzt waren. Herr Prof. Dr. A. Steuer, der Bearbeiter der Copepodenausbeute, der auch an einer der beiden Fahrten teilgenommen hatte, war so freundlich, mir die Exemplare zur genaueren Untersuchung zu senden. Da es sich wahrscheinlich um eine bisher noch nicht beschriebene Art handelt, so schlage ich für dieselbe zu Ehren des Entdeckers Herrn Prof. Dr. A. Steuer den Namen *Tokophrya steueri* vor.

Zunächst noch einige Worte über das Vorkommen dieser Suctorie. *Euchaeta hebes* ist ein typischer Planktoncopepode, der nur in größeren Tiefen vorkommt (Steuer A., Adriatische

[1] Die vorliegende Arbeit ist der neunte Teil der Ergebnisse der von der Deutschen zoologischen Station in Rovigno unternommenen Planktonfahrten (siehe diese Sitzungsberichte, Bd. CXIX, 1910 Steuer, Adriatische Planktoncopepoden], Bd. CXX, 1911 [Schröder, Ber. über den Phytoplankton der Adria; Stiasny, Radiolarien aus der Adria; Steuer, Adriatische Planktonamphipoden; Steuer, Adriatische Pteropoden; Steuer, Adriatische Stomatopoden und deren Larven; Stiasny, Über adriatische *Tornaria*- und *Actinotrocha*-Larven; Stiasny, Foraminiferen aus der Adria]).

Planktoncopepoden. Diese Sitzungsberichte, 119. Bd., 1910). Er wurde auf den beiden Fahrten des Dampfers »R. Virchow« nur an zwei Stellen der Adria erbeutet, nämlich vor der Insel Lucietta in 200 *m* Tiefe und vor Ragusa in noch größerer Tiefe. Beidemale fanden sich Exemplare, die mit der vorliegenden *Tokophrya*-Art besetzt waren, während letztere auf andern Copepoden nicht gefunden wurden. Die Zahl der Suctorien, die auf einem Copepoden saßen, betrug 1 bis 5, meist nur 1 bis 3, und zwar war es hauptsächlich das Abdomen und die Furca, an welchen sich die Suctorien festgeheftet hatten. Für die Copepoden dürfte die Besetzung mit Suctorien wohl nur den Nachteil haben, daß ihre Eigenbewegung erschwert ist, während ihre Schwebefähigkeit im Wasser durch die lang ausgestreckten Tentakeln der Suctorien eher erhöht als vermindert wird.

Das mir vorliegende Material war ursprünglich mit Formol konserviert und später in Alkohol überführt worden. Dabei waren die Stiele mancher Exemplare etwas geschrumpft, was aber bei Überführung in Wasser meist wieder ausgeglichen wurde. Die Untersuchung erfolgte teils an ungefärbten Exemplaren in Wasser, teils an mit Delafield's Haematoxylin oder Haemalaun gefärbten Balsampräparaten. Besonders ratsam für die Untersuchung der Stiele ist die Betrachtung in Wasser, da sie in Balsam mit Ausnahme des basalen Abschnittes vollständig durchsichtig werden und daher von der Marksubstanz nichts zu sehen ist.

Das Aussehen der *Tokophrya steueri* ist je nach der Größe der Individuen ein recht verschiedenes, wie ein Vergleich der Figuren 1, 6, 7 und 9 zeigt. Die folgende Beschreibung soll sich daher zunächst nur auf große Exemplare beziehen. Bei den größten ausgewachsenen Exemplaren hat der Körper die Gestalt einer runden, dicken Scheibe von etwa 0·100 bis 0·200 *mm* Durchmesser (Fig. 1 und 2). Vom ganzen oberen Scheibenrand entspringen sehr zahlreiche Saugtentakel, während die mittlere Scheibenregion frei bleibt. Die Tentakel, die an den konservierten Exemplaren meist mehr oder weniger kontrahiert erschienen, waren trotzdem oft noch über 0·100 *mm* lang; sie müssen also im Leben eine verhältnismäßig recht

bedeutende Länge erreichen können. An gut erhaltenen Exemplaren sind sie im ausgestreckten Zustand sehr dünn und sind gerade gestreckt, wie man sie bei lebenden Suctorien meist beobachten kann. Die Tentakelenden sind deutlich geknöpft. An wenigen, mit den übrigen sonst vollständig übereinstimmenden Exemplaren war der unterste Tentakelring (siehe Fig. 2) abweichend gestaltet. Seine Tentakel waren bedeutend kleiner und dünner und besaßen am Ende keine knopfartige Verdickung. Trotzdem ich bei allen Exemplaren sehr genau hierauf meine Aufmerksamkeit richtete, fand sich dieser abweichende Tentakelkranz nur bei einem ganz geringen Prozentsatz von Exemplaren. Eine Erklärung vermag ich einstweilen nicht zu geben. Die Auffassung, daß es sich um einen neu angelegten, noch nicht ausgebildeten Ring von Tentakeln handelt, verliert dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß ich die ungeknöpften Tentakel stets nur an großen, nie aber an jüngeren Exemplaren fand, bei denen man doch am ehesten in Neubildung begriffene Tentakel antreffen müßte.

Im Körperplasma fanden sich, von den Kernen abgesehen, nur bei wenigen Exemplaren kleine kugelige Einschlüsse, die sich mit Haematoxylin stark, beinahe schwarz, färbten (Fig. 8). Über ihre Natur habe ich keine näheren Untersuchungen gemacht, nehme aber an, daß sie von der Nahrung der Suctorien stammen und vielleicht Reservestoffe darstellen.

Der Macronucleus ist stets mehr oder weniger stark verästelt (Fig. 1 und 8). Die einzelnen Äste sind verhältnismäßig schlank, laufen aber in allmählich sich verdickende Enden aus. Das Kernplasma erscheint feinkörnig, ohne größere Einschlüsse und färbt sich stark mit Haematoxylin.

Der Micronucleus, der nicht immer auffindbar war, liegt ziemlich dicht am Macronucleus in seiner mittleren Region. Er ist kugelig und färbt sich nicht sehr stark (Fig. 1 und 8).

Der Stiel der *Tokophrya steueri* ist auf dem Panzer des Copepoden mit einer meist kreisrunden Scheibe befestigt (Fig. 1, 3 etc.), die sich in ihrer Gestalt indessen auch unebenem Untergrund anpassen kann (Fig. 5). Der Durchmesser der Stielscheibe beträgt meist 0·040 bis 0·060 *mm*, in einem Falle (Fig. 3) sogar 0·080 *mm*. Von der Mitte der basalen Stiel-

scheibe erhebt sich ein kurzer Abschnitt, den ich als Stielsockel bezeichnen will. Derselbe ist sehr deutlich längsgestreift und massiv und hat oft eine etwas bräunliche Färbung. Er besteht wahrscheinlich aus feinen Röhrchen, wie die starren Stiele einiger Vorticellinen (siehe Fauré-Fremiet 1905 und Schröder 1906). Seine Höhe beträgt 0·020 bis 0·036 *mm*, sein Durchmesser 0·020 bis 0·030 *mm*.

Die direkte Verlängerung des Stielsockels ist der eigentliche Stiel. Im Gegensatz zum Sockel ist dieser biegsam und erweckt in Balsampräparaten den Eindruck, als ob er nur aus einer dünnen Wandung bestände und innen vollkommen hohl sei (Fig. 1, 8 und 9). Daß dies indessen nicht der Fall ist, erkennt man bei der Betrachtung ungefärbter Exemplare in Wasser. Hier erscheint der Stiel fein längsgestreift, und zwar entspricht die Streifung nicht einer Struktur der Stielwand, sondern man erkennt, daß das Stiellumen von einer feingestreiften, mit Haematoxylin nicht färbbaren Marksubstanz erfüllt ist (Fig. 2 bis 7).[1]

An seinem oberen Ende verbreitert sich der Stiel zu einem ansehnlichen Trichter, der oben durch den Suctorienkörper abgeschlossen wird. Dieser trichterförmige Abschnitt zeigt bei allen Exemplaren Schrumpfungen und Runzeln. Er scheint zum großen Teil hohl zu sein, denn man kann erkennen, daß die längsgestreifte Marksubstanz des Stieles sich innerhalb des Stieltrichters zwar konisch ausbreitet und ihn in seiner Längsachse durchzieht, ihn aber bei weitem nicht ausfüllt (Fig. 2 und 7). Große Exemplare mit ausgestreckten Tentakeln legen sich im Präparat meist flach, wie es in den Figuren 1 und 8 dargestellt ist. In dieser Lage ist von der trichterförmigen Verbreiterung des apicalen Stielendes natürlich nichts zu sehen, da sie von der Körperscheibe verdeckt wird.

Die Länge der ausgebildeten Stiele ist sehr verschieden und richtet sich durchaus nicht nach der Größe der Individuen. Das zeigt unter anderem ein Vergleich der beiden in Fig. 2

[1] Bei einer nahe verwandten Art (*Tokophrya interrupta* Ol. Schröder) beschrieb ich früher (1908) nach Balsampräparaten den Stiel als hohl. Bei Betrachtung in Wasser würde ich hinsichtlich der Marksubstanz der Stiele zu denselben Ergebnissen gekommen sein wie bei der vorliegenden Art.

und 7 dargestellten Exemplare. Das erstere hatte einen Stiel von 0·120 *mm* Länge, das letztere einen etwa doppelt so langen Stiel. Der längste von mir beobachtete Stiel war 0·300 *mm* lang bei einer Breite von 0·025 *mm*. Die Breite der Stiele wechselt zwischen 0·014 und 0·036 *mm* und beträgt meist 0·020 bis 0·030 *mm*.

Die kleinen Exemplare besitzen zunächst einen eiförmigen oder ellipsoiden Körper. Auch bei Exemplaren mit schon langem, aber noch nicht ausgebildetem Stiel, dessen trichterförmige Verbreiterung noch nicht vorhanden ist (Fig. 6), ist der Körper noch ellipsoid bis kugelig. Dann beginnt er gewöhnlich sich an der Unterseite abzuflachen bis er halbkugelig wird (Fig. 7 und 9) und später erst flacht sich auch die Oberseite ab. Mit zunehmender Körpergröße wächst auch die Anzahl der Tentakel, die zuerst ziemlich gering ist (Fig. 6 und 7). Der Makronucleus ist bei den kleinsten Exemplaren noch unverästelt, oft hantelförmig und nimmt erst später seine typische Gestalt an.

Embryonen konnte ich nur in geringer Anzahl beobachten, da nur wenige große Exemplare ein bis zwei derselben enthielten. Sie sind ellipsoid gestaltet und etwas mehr als die Hälfte ihrer Oberfläche ist mit Cilien bedeckt. Ihre Länge betrug 0·060 bis 0·070 *mm*.

Bei der Frage nach der systematischen Stellung der eben beschriebenen Suctorien erhebt sich folgende Schwierigkeit: Ein Hauptmerkmal für die einzelnen Suctorienfamilien bildet unter anderem die Beschaffenheit der Tentakel. Wären die Tentakel alle gleichmäßig und geknöpft, so wäre es ohneweiters klar, daß die obige Suctorie zur Familie der *Acinetina* Bütschli, und zwar zum Genus *Tokophrya* Bütschli gehört. Nun erwähnte ich bereits, daß ich bei einigen wenigen großen Exemplaren einen aus kurzen, ungeknöpften Tentakeln bestehenden Kranz beobachten konnte. Man könnte daher geneigt sein, die fraglichen Suctorien in die Familie der *Podophryina* Bütschli stellen zu wollen, etwa zur Gattung *Ephelota* Wright. Bei den *Podophryina* sind die Tentakel »entweder sämtlich geknöpft oder ein Teil weniger deutlich bis nicht; letztere dann auch länger und als Greiftentakel dienend« (Bütschli 1887 bis 1889, p. 1926). Diese Beschaffenheit besitzen die Tentakel der

vorliegenden Suctorien sicher nicht. Da aber ihr ganzer Habitus und besonders auch der Bau und die innere Entstehung der Embryonen für die Zugehörigkeit zur Familie der *Acinetina* und speziell zur Gattung *Tokophrya* spricht, so trage ich kein Bedenken, sie in dieselbe einzureihen. Innerhalb dieser Gattung würden sie ferner zur Untergattung *Discophrya* Lachmann gehören.

Tokophrya steueri steht einer andern Art der Gattung, *T. interrupta* Ol. Schröder, die gleichfalls auf Planktoncopepoden der Gattungen *Euchaeta* und *Metridia* von der deutschen Südpolarexpedition im Südatlantik erbeutet wurde, sehr nahe. Letztere unterscheidet sich von *T. steueri* hauptsächlich dadurch, daß der Tentakelkranz an zwei Stellen unterbrochen ist. Ferner fehlt an der Stielbasis die Stielscheibe.

Literaturverzeichnis

der im Text angeführten Abhandlungen.

1887 bis 1889. Bütschli O.: Protozoa, Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. I, Abt. 3.

1905. Fauré-Fremiet E. M.: La structure de l'appareil fixateur chez les *Vorticellidae*. Arch. f. Protistenk. Bd. VI.

1906. Schröder O.: Beiträge zur Kenntnis von *Campanella umbellaria*. Ibidem. Bd. VII.

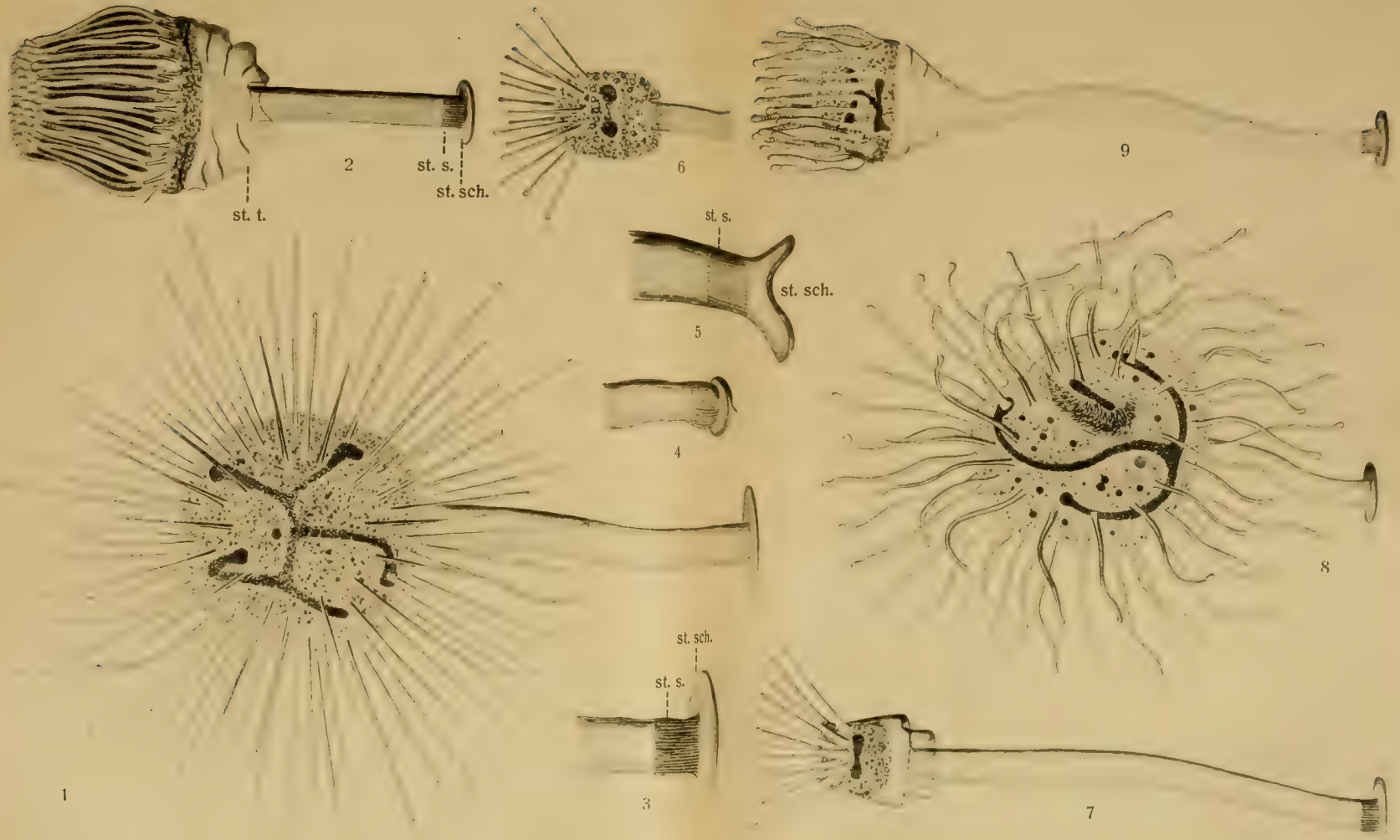
1906. Derselbe: Beiträge zur Kenntnis von *Epistylis plicatilis*. Ibidem. Bd. VII.

1908. Derselbe: Die Infusorien der deutschen Südpolarexpedition. Ergebnisse der deutschen Südpolarexp. IX. Bd., Zoologie I. Bd.

Figurenerklärung.

Alle Figuren entsprechen einer 275fachen Vergrößerung. *st. s.* = Stielsockel, *st. sch.* = Stielscheibe, *st. t.* = trichterförmige Ausbreitung des Stieles.

Fig. 1. Großes Exemplar mit ausgestreckten Tentakeln.
Fig. 2. Desgl. mit abweichendem unteren Tentakelring.
Fig. 3 bis 5. Stielbasis dreier Exemplare.
Fig. 6. Junges Exemplar mit noch unfertigem Stiel.
Fig. 7. Desgl. Die trichterförmige obere Verbreiterung des Stieles gefaltet.
Fig. 8. Großes Exemplar mit Embryo.
Fig. 9. Junges Exemplar mit fertigem Stiel.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Studien über das Anthokyan

(III. Mitteilung)

von

Viktor Grafe.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien, Nr. 18 der zweiten Folge.

(Mit 2 Textfiguren.)

Ausgeführt mit einer Subvention der kaiserlichen Akademie in Wien aus dem Legate Scholz.

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1911.)

Die wenigen, dem Studium des Anthokyans von chemischer Seite gewidmeten Untersuchungen[1] haben gezeigt, daß »Anthokyan« sicherlich kein Einzelbegriff ist, sondern eine ganze Reihe von Farbstoffen umfaßt, welche sich, obwohl ihnen allen ein gleichartiges Kerngerüst zugrunde liegt, doch im einzelnen, in der Art und Gruppierung der mit diesem Gerüst verbundenen

[1] L. Weigert, Beiträge zur Chemie der roten Pflanzenfarbstoffe. Jahresb. d. k. k. önol. u. pomol. Lehranst. in Klosterneuburg 1894/95. — R. Glan, Über den Farbstoff der schwarzen Malve, Inauguraldissertation, Erlangen 1892. — R. Heise, Zur Kenntnis des Heidelbeerfarbstoffes. Arb. d. kais. Gesundheitsamtes. Berlin IX, 878 (1894). Über den Weinfarbstoff. Ebenda V, 618 (1889). — A. B. Griffiths, Die Pigmente des Geraniums und anderer Pflanzen. Ber. d. Deutsch. chem. Ges., *36*, 3959 (1903) und Chemical News, 88, p. 249. — T. Ichimura: On the formation of Anthokyan in the Petaloid Calyx of the red Japanese Hortense. Journ. of the College of Sc. Imp. Univ. Tokyo. Vol. XVIII, Art. III (1903/4). — L. v. Portheim und E. Scholl, Untersuchungen über die Bildung und den Chemismus von Anthokyanen, Ber. d. Deutsch. bot. Ges. *26a*, 480 (1908). — V. Grafe, Studien über das Anthokyan I. und II. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, 115 (1906) und 118 (1909).

Atomkomplexe sehr wesentlich voneinander unterscheiden könne. Es hat sich ferner bei einigen der einschlägigen Untersuchungen herausgestellt, daß eine bestimmte Gruppe in ihrer Wechselbeziehung mit anderen für den Farbstoffcharakter des Anthokyans maßgebend sei, nämlich die Aldehydgruppe, und daß das Anthokyan durch entsprechende Bindung oder Veränderung dieser Gruppe zu einem farblosen Körper umgewandelt werden kann.[1] Es hat sich schließlich in einigen Fällen gezeigt, daß der Anthokyanfarbstoff durch ein Gemenge zweier roter, genetisch wahrscheinlich zusammenhängender, voneinander verschiedener Farbstoffe repräsentiert werde, von denen der eine ein Glykosid vorstellt, der andere nicht.

Die chemischen Untersuchungen des Anthokyans aus früheren Jahren sind mit amorphem Material durchgeführt worden[2] oder es wurde wenigstens nicht ausdrücklich angegeben, in welcher Weise der Blütenfarbstoff zur Krystallisation gebracht worden ist.[3] So fehlt den früheren chemischen Untersuchungen des Anthokyans das Kriterium der chemischen Reinheit in bezug auf das untersuchte Material, und ich konnte beispielsweise bezüglich des Malvenfarbstoffes[4] nachweisen, daß die Analysenzahlen eines früheren Forschers[5] dem Gemisch der beiden Farbstoffkomponenten entstammen, sich also nicht auf ein chemisch einheitliches Substrat beziehen.

Molisch[6] war der erste, welchem es gelungen ist, durch eine besondere Methode das Anthokyan in schönen Krystallen auf dem Objektträger, zuerst innerhalb, dann aber auch außerhalb der Zelle zu gewinnen. Die Methode ist höchst einfach und wurde von Molisch bei einer ganzen Reihe von Blütenarten mit dem gleichen Erfolge durchgeführt. Damit war zum ersten Male der Weg gegeben, die chemischen Eigenschaften der reinen Substanz zu studieren. Denn wiewohl früher schon

[1] Grafe, l. c.
[2] Glan, Heise, l. c.
[3] Griffith, l. c.
[4] Grafe I., l. c.
[5] Glan, l. c.
[6] H. Molisch, Über amorphes und krystallisiertes Anthokyan. Botan. Zeitg. 1905, 145.

gelegentlich Anthokyankrystalle in Blütenblättern beobachtet worden waren,[1] erschien jetzt die Möglichkeit gewiesen, den Farbstoff auch außerhalb der Zelle künstlich zur Krystallisation zu bringen und den chemischen Eigenschaften des Farbstoffindividuums näherzutreten. Tatsächlich konnten diesbezüglich in der Folge einige Ergebnisse erzielt werden,[2] es hat sich aber infolge der chemischen Verschiedenheit der einzelnen Anthokyane als notwendig herausgestellt, zahlreichere Pflanzen als dies bisher geschehen war, in den Bereich der Untersuchung zu ziehen, denn es zeigt sich die Aussicht, auf Grund einer genaueren Kenntnis des chemischen Baues auch der Entstehungsweise und biologischen Bedeutung dieses für die Pflanze sicherlich sehr wichtigen Stoffes näherzukommen.

Auf Veranlassung des Herrn Prof. Dr. Hans Molisch unternahm ich es, mich dieser Aufgabe zu unterziehen, deren kostspielige Durchführung mir durch eine Subvention der hohen kaiserlichen Akademie der Wissenschaften erleichtert wurde, wofür ich auch an dieser Stelle meinem ergebensten Danke Ausdruck verleihen möchte.

Die von Molisch angegebene Methode besteht einfach darin, das anthokyanhältige Pflanzenmaterial einer Behandlung mit Eisessig zu unterziehen; es ist aber für die makrochemische Darstellung nicht immer ganz leicht das richtige Ausgangsmaterial zu wählen. Schon Molisch (l. c.) teilt mit, daß es ihm trotz vieler Bemühungen nicht gelungen sei, aus Rotkraut *(Brassica oleracea)* krystallisiertes Anthokyan zu gewinnen, obwohl der Farbstoff im Innern der Zelle sehr schön krystallisiert, und auch ich konnte trotz vielfacher Modifikationen der Darstellungsweise nicht zu einem krystallisierten Produkt gelangen. Das ist um so bedauerlicher, als gerade hier ein in großer Menge erhältliches, wenig kostspieliges und ergiebiges

---

[1] Nägeli, Farbkrystalloide bei den Pflanzen. Sitzber. d. Münchener Akad., 1862. — J. Böhm, Physiologische Untersuchungen über blaue Passiflorablumen. Sitzber. d. kais. Akad. Wien, *23*, 19 (1857). — Pim, Cell sap cristalls. Journ. of bot., *20*, 124 (1884). — Kroemer, Über das angebliche Vorkommen von violetten Chromatophoren. Bot. Centralbl., *84*, 33 (1900). — Ichimura, l. c.

[2] Grafe, l. c.

Ausgangsmaterial vorliegt. Trotzdem, wie gesagt, die Resultate negativ ausfielen, möchte ich kurz mitteilen, auf welche Weise ich zum Ziele zu gelangen suchte:

Die noch zum Kopf zusammenschließenden, fast chlorophyllfreien, stark anthokyanhältigen Blätter wurden in frischem Zustande möglichst zerkleinert und mit Eisessig im Kolben übergossen stehen gelassen. Nach einigen Tagen wurde das tiefrot gefärbte Filtrat des Extraktes zur Krystallisation zu bringen versucht. Da es sich in den Versuchen von Molisch herausgestellt hatte, daß eine äußerst langsame Verdampfung des Lösungsmittels für das Gelingen der Krystallisation sehr wesentlich ist, wurde die Krystallisierschale mit einer Glocke bedeckt. Bei meinen späteren Versuchen mit dem Pelargonienfarbstoff fand ich, daß eine Krystallisation dieses sonst sehr schön krystallisierbaren Stoffes ausbleibt, wenn man den Versuch in halbkugeligen oder kleinen flachen Krystallisierschalen vornimmt, wenn also auf verhältnismäßig engem Raum sich eine stark konzentrierte Farbstofflösung befindet; in solchen Fällen erhält man immer eine amorphe Masse, welche allerdings sofort zum Krystallisieren gebracht werden kann, wenn man eine kleine Menge davon etwa auf einem Objektträger mit Wasser behandelt und dieses unter dem Deckglas verdunsten läßt. Es wurde daher der Eisessigextrakt auf großen flachen Glasplatten langsam zur Trockene gebracht, ohne daß aber Krystalle erzielt worden wären. Noch weniger gelang das durch Beschleunigung der Entfernung des Lösungsmittels auf dem Wasserbade und auch nicht durch dessen Entfernung im luftverdünnten Raum in der Wärme oder bei gewöhnlicher Temperatur. Es zeigte sich bei meinen späteren Versuchen mit dem Pelargonienfarbstoff, daß es sich bei dem aus der Zelle isolierten Anthokyan offenbar um eine sehr labile Substanz handelt, welche durch ganz gelinde Wasserbadwärme, ja schon durch längeres Stehen bei gewöhnlicher Temperatur unter Atmosphärendruck chemische Veränderungen erleidet. Ebensowenig führt eine Extraktion mit Wasser zum Erfolg. Offenbar sind es die verschiedenen Inhaltskörper der Zelle, welche in den Extrakt mit übergehend eine Reindarstellung des Farbstoffes illusorisch machen. Es wurde daher versucht, die

zerkleinerten frischen Blätter vor der Farbstoffgewinnung mit Äther zu extrahieren; der Äther wurde dann durch einen Luftstrom und Aufbreiten des Materials vertrieben, nachdem der ätherische Extrakt abgepreßt worden war. Das so gereinigte Blattmaterial wurde nun mit Eisessig, respektive Wasser oder 96prozentigem Alkohol stehen gelassen oder in der Wärme ausgezogen, die Extrakte wie oben erwähnt behandelt, aber ohne Erfolg. Der alkoholische Extrakt ist dunkelrot, wenn der Alkohol nicht länger als etwa $^1/_2$ Stunde mit den Blättern in Berührung war, sonst mehr bräunlich. Kraut und Extrakt werden beim Erwärmen dunkler rot, beim Erkalten wird die Färbung schwächer. Heiße schweflige Säure entfärbt die Rotkrautblätter sehr schnell und auch der Extrakt mit Wasser oder Alkohol ist dann nahezu farblos, die rote Färbung der Blätter und des Extraktes kehrt aber beim Erkalten wieder. Es wurde ferner, um die kolloidalen Substanzen zu entfernen, versucht, die Extrakte der frischen oder der mit Äther gereinigten Blätter durch Dialyse mittels Pergamentpapiers und tierischer Blase zu reinigen. Nach etwa vier Tagen ist das Dialysat stark rot gefärbt, ohne aber nach Abtreiben des Lösungsmittels zu krystallisieren.

Von der Vermutung ausgehend, daß in Wasser lösliche Eiweißstoffe, wie sie ja gerade im Rotkraut in großer Menge auftreten, die Veranlassung der Mißerfolge seien, suchte ich die Blätter vor der Extraktion in wasserfreien Zustand zu bringen. Nun ist aber das Anthokyan gerade gegen Erwärmen sehr empfindlich: selbst wenn die Blätter bei gewöhnlicher Temperatur oder aufgebreitet an der Sonne liegend, zur Trockene gebracht wurden, zeigten sie bald die braune Mißfarbe, wie sie beim Absterben der Blätter durch die »Atmungspigmente« hervorgerufen wird und es konnte kein roter Auszug mehr gewonnen werden. Auch beim Versuch, die Blätter mittels Chloroform- oder Ätherdämpfe zu töten, bilden sich die erwähnten braunen Farbstoffe, so daß kein Anthokyanauszug gewonnen werden kann. Ferner wurde versucht, die fein zerriebenen frischen Blätter mit Gips gut vermischt im Exsikkator stehen zu lassen, um das enthaltene Wasser an den gebrannten Gips zu binden, worauf versucht wurde mit absolutem Alkohol,

respektive frisch destilliertem Eisessig einen Anthokyanextrakt zu gewinnen. Wenn bei diesem Versuch für möglichsten Luftabschluß Sorge getragen wurde, gelang es in der Tat, die braune Verfärbung hintanzuhalten, aber es zeigte sich, daß sorgfältig getrocknete Extraktionsmittel aus dem zerriebenen staubtrockenen Material so gut wie keinen Farbstoff auszogen, teils infolge des Umstandes, daß Wasser bei der Lösung des Anthokyans überhaupt eine große Rolle spielt,[1] teils vielleicht, weil der Farbstoff beim Trocknen in eine unlösliche Modifikation übergeführt worden ist. Schließlich wurde noch versucht, eine chemische Reinigung des Rohauszuges oder des Dialysates durchzuführen. Die konzentrierte wässerige, respektive Eisessiglösung wurde mit einer gesättigten Lösung von Ammonsulfat behandelt, filtriert und das Filtrat nach dem Eindunsten zur Trennung von Ammonsulfat und von Zucker mit 96prozentigem Alkohol aufgenommen. Die eingetrocknete alkoholische Lösung zeigte weder makroskopisch noch mikroskopisch sichtbare Krystalle. Ferner wurde die ursprüngliche Lösung mit gesättigter Bleiazetatlösung gefällt, der voluminöse grünlichblaue Niederschlag abgesogen, wiederholt mit Wasser, schließlich mit Alkohol gewaschen, in Wasser aufgeschlämmt, gekocht, mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuert und heiß durch Einleiten von Schwefelwasserstoff zerlegt; das Filtrat vom Schwefelblei zur Trockene abgedampft, mit Alkohol aufgenommen und im Vakuum längere Zeit stehen gelassen. Die Rückstände hatten stets amorphen Charakter.

Es wurde ferner versucht, um eine Trennung von den Verunreinigungen zu bewirken — auch die weitgehend chemisch gereinigten Filtrate zeigten noch immer den penetranten »Krautgeruch«, von kleinen Mengen Methyl-Merkaptan aus der Zersetzung von Eiweißstoffen herrührend, ein Beweis, daß diese letzten verunreinigenden Spuren hartnäckig anhaften[2] — das Gemenge über einen nach Tswett[3] mit getrocknetem $CaCO_3$

[1] Grafe II., l. c.

[2] Nencki, Archiv f. exper. Pathol. und Pharmacie, XXVIII, p. 206; Rubner, Archiv f. Hygienie, XIX, p. 136.

[3] M. Tswett, Adsorptionsanalyse und chromatographische Methode. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., *24*, 384 (1906).

gefüllten Adsorbator zu filtrieren; es verblieben wohl gewisse Anteile im Adsorbator, ohne daß aber der durchgegangene Extrakt hätte zur Krystallisation gebracht werden können. Da es sich gezeigt hatte, daß der Blütenfarbstoff in den genauer untersuchten Fällen aus einem Gemisch von zwei Komponenten besteht, von denen die eine zum Krystallisieren veranlaßt werden kann, während die andere amorph bleibt, wurde der Versuch gemacht, da es sich bei der einen Komponente um ein Glykosid handelt, durch Erwärmen mit verdünnter Salzsäure eine Hydrolyse herbeizuführen, um dann vielleicht den zuckerfreien Anteil der Krystallisation zuzuführen, und zwar wurde dieser Versuch bei allen auf die beschriebenen verschiedenen Arten gewonnenen Extrakten angestellt und die filtrierten Auszüge — beim Erwärmen mit Salzsäure ergab sich nach dem Konzentrieren immer ein amorpher Niederschlag — direkt oder nach dem Ausschütteln mit Äther zum Krystallisieren aufgestellt, ohne daß aber, weder bei Atmosphärendruck noch unter der Vakuumglocke der erwünschte Erfolg sich gezeigt hätte. Es sei noch erwähnt, daß allen Extrakten, wenn sie auf dem Wasserbad eingeengt werden sollten, einige Tropfen Essigsäure zugesetzt wurden, nachdem sich gezeigt hatte, daß Eindampfen der neutralen oder vorher mit Sodalösung neutralisierten Extrakte erfolglos ist. Ich habe diese negativen Versuche wiedergegeben, um zu zeigen, daß beim Rotkraut offenbar ein von dem gewöhnlichen ganz abweichender Weg wird eingeschlagen werden müssen, um den Anthokyanfarbstoff aus diesem Material in krystallisierter Form zu gewinnen.

Dagegen ist es mir gelungen, nach der Methode von Molisch aus den Blütenblättern von *Pelargonium zonale* den Farbstoff rein, krystallisiert in hinreichender Menge darzustellen, um ihn der chemischen Analyse zuzuführen.

Der Anthokyanfarbstoff aus der Scharlachpelargonie (Pelargonium zonale).

Zunächst wurde der von Molisch beschriebene Versuch wiederholt und ein Stück eines Blütenblattes unter dem Mikroskop zwei Tage mit Eisessig behandelt; nach dieser Zeit erscheinen in sehr vielen Zellen schöne Krystallrosetten,

prächtig rote Sterne, die aus Nadeln verschiedener Größe zusammengesetzt sind. Auch wenn man Blütenblätter mit Eisessig übergießt und nach mehrtägigem Stehen einen Tropfen des Extraktes auf dem Objektträger eintrocknen läßt, zeigen sich, besonders nach dem Umkrystallisieren aus Wasser dieselben schönen Krystallrosetten. Der Erfolgt bleibt aber aus, wenn man mit Alkohol oder mit Wasser extrahiert und dann Eisessig zusetzt.

Um zu erproben, auf welchem Wege der Farbstoff am zweckmäßigsten aus den Blütenblättern ausgezogen werden könne, wurden folgende Vorversuche ausgeführt: 1. Die abgezupften, von Kelch und Staubgefäßen befreiten Blütenblätter mit Eisessig übergossen und einige Tage stehen gelassen; der tiefgelbrote Extrakt, welcher durch Absaugen der Blätter gewonnen wurde, in großen flachen Schalen zum Teil direkt zum Krystallisieren aufgestellt, zum Teil auf einer großen flachen Glastafel ausgegossen und mit einer zweiten überdeckt, der eingetrocknete Rückstand mit dem Nickelpistill zusammengekratzt, in möglichst wenig Wasser gelöst und nun in Glasschalen von Glocken bedeckt, zur Krystallisation gestellt. Der Blätterrückstand wurde mit Eisessig im Wasserbad am Rückflußkühler behandelt und der abgesogene Extrakt zur Krystallisation zu bringen versucht. Während im ersteren Fall nach Verdunsten des Lösungsmittels zahllose schöne tiefrote Krystallrosetten[1] entstanden (Fig. 1 und 2), zwischen denen größere farblose blattartige Krystallmassen eingelagert waren, gelang die direkte Krystallisation der in der Hitze gewonnenen Extrakte nicht, sondern erst nach der unten zu beschreibenden Fällung mit Bleiazetat. 2. Wurde mit Wasser in der Kälte und in der Hitze extrahiert; wie bereits erwähnt, gelingt es nicht, solche Extrakte zur Krystallisation zu bringen, es möge erwähnt werden, daß die Blütenblätter nach der Extraktion mit Wasser ganz farblos wurden, durch eine Spur einer Säure oder selbst nur über den offenen Hals einer Salzsäureflasche gehalten, aber wieder ihre intensive rote Farbe erhielten, ohne

[1] Für die Anfertigung der Mikrophotogramme bin ich Herrn Assistenten Dr. V. Vouk zu großem Danke verpflichtet.

allerdings unter dem Mikroskop Krystalle zu zeigen. Auch die mit absolutem Alkohol ausgezogenen Blätter zeigen dieselbe

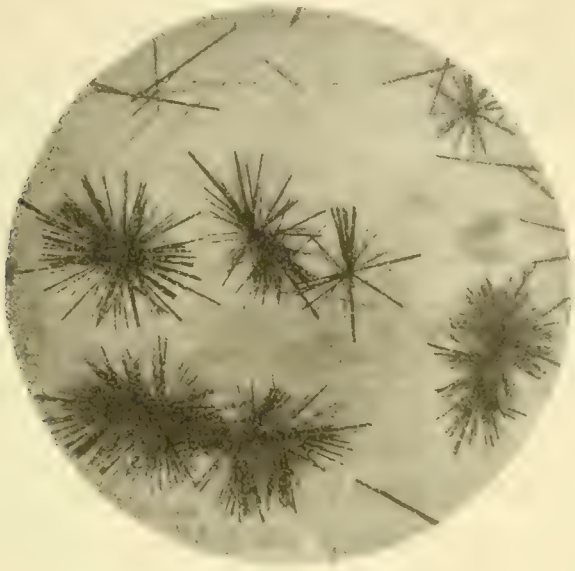


Fig. 1.

Fig. 2.

Erscheinung. Mit Rücksicht auf die Entdeckung einer äußerst labilen Karbonylgruppe im Molekül des Pelargonien-Antho-

kyans, das für die Farbe verantwortlich zu machen ist, welche verschwindet, wenn die Karbonylgruppe verändert wird, liegt es nahe bei der Entfärbung der Blätter durch Wasser und Alkohol an eine Hydratation, respektive Verbindung mit Alkohol zu denken, welche lockere Verbindung im Einvernehmen mit der Wiederherstellung der Farbe durch das Hinzutreten von Säure wieder gelöst wird. Man könnte allerdings auch an einen Fall von Gleichgewichtsisomerie denken, eine Frage, zu deren Entscheidung weitere Untersuchungen notwendig wären.

Die nach der Extraktion mit Alkohol und Verdunsten desselben zurückbleibenden Blätter sind staubtrocken, gelblichweiß und färben sich allmählich an der Luft intensiv rotviolett. Um zu entscheiden, ob der Luftsauerstoff oder die Kohlensäure der Luft an dieser Färbung schuldtrage, wurden die Blätter im Exsikkator über Ätzkali aufgestellt und ein von Kohlensäure befreiter Luftstrom darübergeleitet. Die Blätter blieben auch nach sechs Tagen farblos, während sie an gewöhnlicher Luft schon nach wenigen Stunden die erwähnte Verfärbung aufweisen. 3. Wurden die Blätter längere Zeit mit Äther geschüttelt und dann mit Wasser, respektive Eisessig extrahiert. Der Äther wurde vorher sorgfältig durch Schütteln mit verdünnter NaOH von Säure und Alkohol gereinigt und dann durch Stehen über getrocknetem CaO und nachfolgendes Destillieren von Wasser befreit. So gereinigte Blätter geben einen Eisessigextrakt, der von den oben erwähnten blattähnlichen Krystallmassen frei ist; diese bestehen wahrscheinlich aus *n*-Nonansäure (Pelargonsäure), respektive aus einer Verbindung derselben. Noch zweckmäßiger ist es, den kalt gewonnenen Eisessigextrakt mit wasserfreiem Äther auszuschütteln, wobei allerdings infolge der zur Scheidung notwendigen Hinzufügung größerer Mengen Wassers die Dauer der Krystallisation in die Länge gezogen wird.

Wenn man vorher getrocknete Blütenblätter mit Eisessig oder Alkohol extrahiert, erhält man einen syrupösen Extrakt, der nicht zum Krystallisieren zu bringen ist, auch nicht, nachdem er mit einigen Tropfen Säure am Wasserbad erhitzt wurde; die Flüssigkeit enthält dann viel reduzierenden Zucker.

Wenn man frische Blätter mit Eisessig in der Kälte extrahiert und einen Tropfen des Extraktes am Objektträger verdunstet, sieht man die bekannten roten Krystallsterne des Anthokyans, welche in einer roten Flüssigkeit eingebettet liegen, die wohl auch eintrocknet, aber nicht krystallisiert. Wenn man den Eisessigextrakt in einen Dialysator aus der Blase eines frisch geschlachteten Rindes einfüllt und gegen Wasser mehrere Tage dialysiert, erhält man ein dunkel gelbrot gefärbtes Dialysat, von dem ein Tropfen auf dem Objektträger massenhafte Krystallsterne entstehen läßt, während innerhalb der Dialysiermembran eine dunkelrot gefärbte Flüssigkeit zurückbleibt, auch nachdem die Dialysierflüssigkeit wiederholt gewechselt worden war und sich kaum mehr färbte. Dieser Umstand beweist, daß es sich beim Pelargonien-Anthokyan um ein Gemisch von zwei Farbstoffen handelt, von denen der eine krystallisiert und durch Dialysiermembranen diffundiert, während der andere sich wie ein Kolloid verhält. Diese beiden Komponenten unterscheiden sich zunächst durch die Farbe. Ich möchte gleich darauf hinweisen, daß der krystallisierte Anteil sehr labil ist und namentlich beim Erwärmen in die kolloidale Modifikation überzugehen scheint, wenn nicht, wie das beim mikroskopischen Präparat der Fall ist, ein luftdichter Lackring die Einwirkung äußerer Faktoren ausschließt. Je reiner die krystallisierte Modifikation vorliegt, desto weniger haltbar scheint sie zu sein und beim Abdampfen des Lösungsmittels am Wasserbad, selbst unter vermindertem Druck, ja sogar beim Stehen an der Luft durch längere Zeit, findet eine weitere Veränderung des krystallisierten Farbstoffanteiles statt, die sich, beispielsweise nach dem Abdampfen am Wasserbad darin zeigt, daß die schönen Krystallrosetten einer Unmenge rhombischer und würfelförmiger farbloser Krystalle Platz gemacht haben, die in einem dunkelroten Syrup schweben. Übrigens ist dieser krystallisierte Farbstoffanteil auch sehr hygroskopisch, zerfließt nach kurzer Zeit an der Luft und konnte nur im Vakuumexsikkator bei 10 *mm* Druck und über Phosphorsäureanhydrid solange aufbewahrt werden als es zu seiner chemischen Charakterisierung notwendig war.

Der Vorgang zur Bewältigung größerer Mengen von Blütenblättern war folgender:

Die frisch geernteten Pelargoniumblüten wurden zerzupft, die Blütenblätter von Kelch und Staubgefäßen durch sorgfältiges Aussuchen getrennt und jene sofort, in weiße Preßtücher eingeschlagen, dem langsam wirkenden Druck einer starken Schraubenpresse unterworfen, wobei der tiefdunkelrote Zellsaft in Glaskolben aufgefangen wurde. Der trockene Preßrückstand wurde, mit Eisessig übergossen, mehrere Tage stehen gelassen und der Extrakt abgesogen. Beide Lösungen wurden nun mit Äther geschüttelt, die gelbliche ätherische Schichte von der wässerigen getrennt und beide für sich, nachdem die Anthokyanlösung der ersten Pressung mit Eisessig versetzt war, durch ein Tonfilter durchgesogen, um etwaige schleimige Anteile und Eiweißkörper zurückzuhalten. Das klare Filtrat wurde nun der Dialyse durch Schleicher-Schüll'sche Pergamentschläuche unterworfen und dadurch eine Scheidung der beiden oben erwähnten Komponenten bewirkt. Aber auch noch in anderer Weise ließ sich diese Trennung ausführen. Gießt man nämlich den durch Ton filtrierten Eisessigauszug in viel Äther ein, so fällt eine braune flockige Masse aus, die an den Gefäßwänden fest haftet. Das Filtrat dieser Substanz ist gelbrot und liefert die bekannten Anthokyanrosetten, die braunen Flocken, mit Äther nachgewaschen, lösen sich in kaltem 96prozentigem Alkohol nicht mehr auf, wie das beim »Gesamtanthokyan« und beim krystallisierenden Anteil der Fall ist, wohl aber leicht in Wasser das mit einigen Tropfen Alkohols versetzt ist, zu einer braunvioletten Flüssigkeit, die aber keine Krystalle bildet. Wenn man die durch die Pukhalls gezogene Eisessiglösung dialysiert und im Dialysat den Eisessig unter vermindertem Druck abtreibt, beobachtet man nach dem Erkalten das Auftreten von weißem Krystallsand, während die Farbe der Flüssigkeit lichter geworden ist. Ein Tropfen der aufgeschüttelten Lösung zeigt unter dem Mikroskop zahlreiche der vorerwähnten farblosen Krystalltafeln neben einzelnen Anthokyanrosetten, während vor dem Kochen diese Krystalle nicht zu sehen gewesen waren. Ich glaube daraus schließen zu dürfen, daß es sich in den farblosen Krystallen um ein

Spaltungsprodukt der krystallisierenden Anthokyankomponente handelt. Auf ihre chemische Charakterisierung komme ich weiter unten zurück.

Wenn man die gewonnenen Extrakte mit Bleiacetat versetzt, fällt ein dunkelvioletter dicker Niederschlag aus, dessen Filtrat dunkelrot ist, sich aber durch Bleiacetat nicht mehr ausfällen läßt, in Äther gegossen, keine braunen Flocken mehr ergibt. Die Lösung läßt sich nicht zur Krystallisation bringen, sondern zeigt, eingedunstet, die bekannte schwarzrote amorphe Masse. Die mit Wasser gewaschene und getrocknete Bleifällung des anderen Anteiles wurde in absolutem Alkohol suspendiert und durch Eintropfen von Schwefelsäure zerlegt, vom Bleisulfat abfiltriert und zur Krystallisation aufgestellt. Es zeigten sich die charakteristischen Krystallrosetten; durch Zugießen von Äther, wie mir das seinerzeit beim Anthokyan von *Althaea rosea* gelungen war, ließ sich hier keine Krystallisation bewirken. Derselbe Erfolg wie durch Schwefelsäure ließ sich auch durch Suspension des Bleiniederschlages in Wasser, Einleiten von Schwefelwasserstoff und Abfiltrieren der roten Flüssigkeit vom Schwefelblei erzielen. Wenn der Eisessigextrakt durch Eindampfen zur Trockene gebracht, mit Wasser aufgenommen wurde, so hinterblieb, wie erwähnt, ein amorpher Rückstand und das Filtrat ergab in Äther gegossen keine Flocken mehr, es war also aus dem krystallisierten Anteile der amorphe entstanden. Da, wie erwähnt, die krystallisierte Anthokyankomponente sehr empfindlich ist und sich auch bei längerem Stehen an der Luft zersetzt, mußte das Verjagen des Eisessigs mit tunlichster Beschleunigung, nämlich unter fortwährendem Absaugen an der Pumpe im Vakuumexsikkator über Ätzkali geschehen. Da es sich zeigte, daß die Bleiverbindung etwas haltbarer ist, wurde in der Folge stets der Umweg über die Bleifällung gewählt, obwohl dadurch der ohnehin schwierige und kostspielige Weg der Darstellung noch etwas komplizierter wurde. Es gelang mir schließlich im Verlaufe von $1^1/_2$ Jahren aus zirka 28 *kg* Blütenblätter von *Pelargonium zonale* auf diese Weise etwa 10 *g* des krystallisierten und 15 *g* des amorphen Anthokyananteiles darzustellen.

Untersuchung des krystallisierenden Anteiles.

Dieser Anteil des Anthokyangemisches löst sich schwer in absolutem Alkohol und leicht in Aceton auf, beim langsamen Verdunsten des mit Eisessig versetzten Lösungsmittels erscheint er in prachtvollen größeren und kleineren, mikroskopisch wahrnehmbaren Krystallrosetten, welche aus feineren und breiteren, im einzelnen mehr orangerot aussehenden Nadeln bestehen, während das ganze Krystallaggregat durch die Häufung der Nadeln tiefrot erscheint. Die Masse ist, wie erwähnt, sehr hygroskopisch und zerfließt, einige Tage an der Luft belassen, zu einem Syrup, muß daher im trockenen Raum aufbewahrt werden. Wenn man ein aus gereinigten Krystallaggregaten bestehendes mikroskopisches Präparat sich selbst überläßt, schneller beim Erwärmen am Wasserbad, sieht man die vorerwähnten farblosen Krystalle darin auftreten, ebenso wenn man aus einer an der Luft belassenen oder erwärmten Quantität des reinen Farbstoffes ein mikroskopisches Präparat herstellt.

Die Schmelzpunktsbestimmung ergab eine plötzliche Bräunung, offenbar infolge Zersetzung bei 270°, während das Präparat gleichzeitig schmolz; bei der genannten Temperatur trat also gleichzeitig Bräunung und Verflüssigung des Präparates ein, das bei der Abkühlung zu einer braunen, nicht mehr krystallisierenden Masse erstarrte.

Durch Mineralsäuren oder Essigsäure wird die Substanz tiefrot gefärbt; auch wenn in neutraler Lösung, etwa infolge großer Verdünnung die Färbung kaum hervortritt, wird mit einer Spur Säure die scharlachrote Nuance deutlich. Auch Salpetersäure bewirkt diese Erscheinung, nach einigem Stehen, schneller beim Erwärmen, wird die Färbung lichter, geht in ein dunkles Gelb über und die Farbstofflösung erscheint in bezug auf ihre Reaktion mit Alkalien verändert. Alkalien und Ammoniak erzeugen zuerst eine, am Boden der Eprouvette auftretende grünliche Schichte und die Flüssigkeit erscheint, nachdem sie beim Durchschütteln alkalisch geworden ist, in der Aufsicht grünlichrot, besonders beim Schütteln an der Eprouvettenwand, während sie im durchfallenden Licht noch immer dunkelrot aussieht. Die Färbung mit Ammoniak ist

übrigens graublau, mit Alkalilaugen schmutziggrün. Ein ähnliches Verhalten, wenn auch bei weitem nicht so auffallend, zeigt auch der Malvenfarbstoff; auch hier ist die rote Farbe noch lange sichtbar, nachdem eine gegen Lackmus ausgesprochene alkalische Reaktion eingetreten ist, weshalb, wie ich schon in meiner ersten Abhandlung bemerkte, der Malvenfarbstoff als Indikator nicht brauchbar wäre. Erst in großer Verdünnung tritt beim alkalisch gewordenen Pelargonien-Anthokyan die schmutziggrüne Färbung auch im durchfallenden Lichte auf.

Die alkoholische Lösung des Farbstoffes liefert mit Eisenchlorid eine tintenähnliche blauviolette Färbung wie bei den »eisenbläuenden« Gerbstoffen; durch Salzsäurezusatz wird diese Farbe in hellgelb verwandelt und bei nachfolgender Ausfällung des Eisenhydroxyds durch Sodalösung verschwindet die Farbe der überstehenden Flüssigkeit gänzlich. Wenn man die mit Salpetersäure dunkelrot gewordene ursprüngliche Lösung mit Soda neutralisiert, so wird die Farbe nicht, wie das bei vorhergegangenem Ansäuern mit anderen Mineralsäuren der Fall ist, schmutziggrün, sondern gelb und nachfolgender Zusatz von Salzsäure vermag die ursprüngliche rote Färbung nicht wiederherzustellen, der Farbstoff ist also offenbar verändert worden. Längeres Stehen, sehr schnell Kochen mit einigen Tropfen käuflichen Wasserstoffsuperoxyds verändert unter Gasentwicklung die rote Farbe in gelb, darauffolgender Zusatz von Alkali erzeugt fast völlige Farblosigkeit; auch hier zeigt sich der Farbstoff, offenbar wie dort durch Oxydation verändert. Kaliumbichromat erzeugt in der ursprünglichen Lösung einen schokoladebraunen Niederschlag, auf Zusatz von Schwefelsäure wird dieser grün, verschwindet dann und es bleibt eine grünlichrote, an die Alkalireaktion erinnernde Farbe zurück, die durch Zusatz von Natronlauge hellgrün wird. Die blauviolette Färbung mit Eisenchlorid wird beim Kochen gelbbraun. Quecksilbernitrat erzeugt einen braunvioletten Niederschlag, Antipyrin und Koffein, die bekannten Gerbstoffreagenzien verändern nicht. Bei der Analyse des feingepulverten lufttrockenen Produktes zeigte es sich, daß hier andere Zahlen resultierten, als nach mehrtägigem Trocknen

und gelindem Erwärmen in der Vakuumglocke über Ätzkali.

Die Elementaranalyse der lufttrockenen Substanz, welche sich bei der qualitativen Prüfung als stickstofffrei erwiesen hatte, ergab folgende Zahlen:

I. 0·1712 *g* Substanz gaben 0·2909 *g* Kohlensäure und 0·0905 *g* Wasser.
II. 0·2354 *g* Substanz gaben 0·3995 *g* Kohlensäure und 0·1258 *g* Wasser.

In 100 Teilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_{18}H_{26}O_{13}+2\,CH_3COOH$
	I	II	
C	46·34	46·29	46·31
H	5·87	5·93	5·96
O	47·79	47·78	47·73

Es wurden fünf Analysen durchgeführt und aus den am besten aufeinander stimmenden das Mittel gezogen.

Nachdem die Substanz im Vakuum über Ätzkali getrocknet worden war, wurde sie neuerdings der Elementaranalyse unterworfen. Es resultierten folgende Zahlen:

I. 0·223 *g* Substanz gaben 0·3982 *g* Kohlensäure und 0·1025 *g* Wasser.
II. 0·1832 *g* Substanz gaben 0·3280 *g* Kohlensäure und 0·0872 *g* Wasser.

In 100 Teilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_{18}H_{26}O_{13}$
	I	II	
C	48·69	48·82	48·00
H	5·10	5·29	5·78
O	46·21	45·89	46·22

Die Analysendaten zeigen also, und die nachfolgende Molekulargewichtsbestimmung bestätigte es, daß bei der Behandlung mit Eisessig zwei Moleküle Krystalleisessig in das krystallisierte Anthokyan mit übergehen, welche wahrscheinlich auch eine wesentliche Bedingung für die Krystallisation, respektive die Entwicklung schöner Krystallformen beim Anthokyan bilden. Das dürfte auch die Ursache sein, weshalb die Methode von Molisch so prächtige Anthokyankrystalle auf so einfachem Wege entstehen läßt.

Die Bestimmung des Molekulargewichtes geschah mit dem Depressimeter von Eykman mit Phenol und Eisessig als Lösungsmitteln; die beiden Bestimmungsreihen lieferten befriedigend aufeinanderstimmende Ergebnisse. In reinem, krystallisiertem Phenol löst sich übrigens das Anthokyan ebenso schwer wie in absolutem Alkohol etc., sondern eine Lösung erfolgt mit merklicher Geschwindigkeit erst dann, wenn die genannten Lösungsmittel infolge ihrer hygroskopischen Eigenschaften etwas Wasser angezogen haben. Da der Apparat von Eykman der Hygroskopizität der Karbolsäure Rechnung trägt und hier infolge des über Zimmertemperatur gelegenen Schmelzpunktes die Kühlung durch Luft allein bewirkt werden kann, während bei Eisessig mit Kältemischungen gearbeitet werden muß, wurden nur mit Phenol Versuche in genügender Anzahl angestellt, um hier angeführt werden zu können. Die exsikkatortrockene Substanz lieferte nach dem oben erwähnten Erwärmen im Vakuum folgende Werte:

Phenol: 8·59 *g*
Substanz: 0·2961 *g*
} Konstante für Phenol: 76.

Erniedrigung des Gefrierpunktes als Mittel dreier aufeinanderstimmender Bestimmungen: 0·60° C., entsprechend einem Molekulargewichte von:

$$M = K \cdot \frac{100 \cdot S}{\Delta \cdot L} =$$

Gefunden	Berechnet für $C_{18}H_{26}O_{13}$
437	450

Da die zu lösende Anthokyanmenge sich nicht immer glatt in der gegebenen Menge Phenol auflöste, wurde eine größere Quantität desselben in der Depressimeterbirne mit dem Phenol erwärmt, mit der dunkelroten Flüssigkeit die Bestimmung durchgeführt, das Ungelöste durch Ausschütteln des Phenols mit Äther und Lösen des Farbstoffes in Wasser nach dem Abdampfen des Wassers bestimmt und die Differenz für die Molekulargewichtsbestimmung in Rechnung gestellt.

Der Ausfall der Eisenchloridreaktion zeigt, daß wir es beim Anthokyan mit einem phenolartigen Stoff zu tun haben, jedenfalls mit einem aromatischen Kern, der freie Hydroxyl-

gruppen trägt; es zeigt sich also auch hier wieder die nahe Verwandtschaft mit den Gerbstoffen, deren Bausteine ja auch bei der Kalischmelze aus den Anthokyanfarbstoffen erhalten werden können. Über die Stellung der erwarteten und durch die Analyse tatsächlich nachgewiesenen Hydroxylgruppen läßt sich vorderhand nicht mit Bestimmtheit aussagen, als wahrscheinlich darf aus der dem Oxyhydrochinon oder der Dioxybenzoesäure analogen Farbenreaktion mit Eisenchlorid die Orthostellung angenommen werden, wie ja auch aus dem Pelargonienanthokyan bei der Kalischmelze Brenzkatechin entsteht.

Bestimmung der Hydroxylgruppen.

Die quantitative Bestimmung der Hydroxylgruppen wurde durch Acylierung vorgenommen. Eine Acetylierung mit Acetylchlorid erwies sich als zu stark in die Molekularstruktur eingreifend, es wurde also mit Essigsäureanhydrid ohne jeden Zusatz gearbeitet:

1·3764 *g* der vakuumtrockenen Substanz wurden mit zirka 20 *g* Essigsäureanhydrid eine Stunde am Rückflußkühler auf dem Wasserbade gekocht, nachdem sie in möglichst wenig verdünntem Alkohol gelöst worden war. Das Produkt besitzt nicht mehr die gelbrote Nuance des mit Zusatz von Säure in verdünntem Alkohol aufgelösten Anthokyans, sondern ist dunkelrot. Zur Entfernung der überschüssigen Essigsäure wurde mit Methylalkohol weiter gekocht und der entstandene Ester abdestilliert. Es hinterblieb eine tiefrote Flüssigkeit, die, in eiskaltes Wasser eingegossen, das Acetylprodukt in dicken braunen Flocken ausfallen ließ. Nach einigem Stehen war der Niederschlag vollkommen ausgeschieden und wurde abfiltriert, in Essigäther ist er glatt löslich und scheidet sich beim langsamen Abdunsten des Lösungsmittels in krystallinischen braunen Blättchen ab.

Die Verseifung des Acetylproduktes geschah mit Barythydrat, nachdem eine Anfeuchtung mit ein paar Tropfen Alkohol erfolgt war. Das verseifte Produkt wurde in der Kälte mit Phosphorsäure angesäuert, filtriert und gut gewaschen. Das tiefrote Filtrat wurde hierauf unter öfterer Erneuerung

des Wassers solange abdestilliert bis das Destillat absolut keine saure Reaktion mehr zeigte. Die Destillation erfolgte am Wasserbad im luftverdünnten Raum. Das Destillat wurde unter Zusatz von Barythydrat in der Platinschale eingedampft, das überschüssige Baryumhydroxyd mit Kohlensäure ausgefällt, das Filtrat vom kohlensauren Baryt zur Trockene abgedampft, mit Wasser aufgenommen, filtriert, gut gewaschen und schließlich das Baryum durch Ausfällen mittels Schwefelsäure in der Siedhitze quantitativ abgeschieden.

1 Gewichtsteil $BaSO_4$ entspricht 0·5065 Gewichtsteilen $C_2H_3O_2$.[1]

1·5203 *g* des Acetylproduktes lieferten 0·6634 *g* $BaSO_4$; daher entsprechen diese 0·3360 *g* $C_2H_3O_2$, was für die verwendete Menge des Acetylproduktes, dessen Molekularformel entsprechend, zwei Acetylgruppen = zwei Hydroxylgruppen bedeutet.

Ermittlung der Karboxylgruppen.

Wenn man die wässerige Lösung des Anthokyans mit Schwefelsäure ansäuert und mit verdünnter Kalilauge sehr vorsichtig gerade bis zur Neutralisation bringt, erhält man nach längerem Stehen und Abdunsten des Wassers die Kaliverbindung des Farbstoffes in ganz ähnlicher Weise wie das schon früher beim Malvenfarbstoff gelungen war, als grünlichroten Niederschlag, der gewaschen und bei 100° getrocknet wurde. Das Kalisalz wurde der Elementaranalyse unterworfen. Beim Erhitzen bläht sich die Substanz stark auf, ähnlich wie eine Pharaoschlange und verbrennt sehr langsam. Übrigens möge bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt bleiben, daß auch das freie Anthokyan zu den schwer verbrennlichen Substanzen gehört, so daß bei den ersten, in gewöhnlicher Weise durchgeführten Elementaranalysen ein Zurückbleiben von Kohle im Schiffchen beobachtet wurde. In der Folge wurde die Substanz im Nickelschiffchen verbrannt, mit Bleichromat überschichtet und die Analysen durchwegs unter Durchleitung reinen Sauerstoffs bewirkt.

---

[1] H. Meyer, Analyse und Konstitutionsermittlung organischer Verbindungen, p. 342.

Die gewogene Menge der Kaliverbindung wurde mit einer Mischung von Bleichromat mit $^1/_{10}$-Kaliumbichromat im Nickelschiffchen überschichtet, um eine gänzliche Austreibung der Kohlensäure zu veranlassen. Aber auch eine direkte Bestimmung des Kaliums wurde durchgeführt: 0·205 *g* der Substanz wurden bei möglichst niederer Temperatur im Platintiegel verkohlt, in die kohlige Masse einige Krystalle reinen schwefelsauren Ammoniums eingebracht, mit etwas Wasser die Masse vorsichtig zusammengespült, hierauf durch ganz allmähliches Erhitzen Wasser und Ammonsalze vertrieben, dieselbe Operation mit salpetersaurem Ammon wiederholt und schließlich geglüht. Es hinterblieben 0·0877 *g* K_2SO_4, entsprechend 0·0393 K = 19·2% K. Das stimmt so ziemlich mit der Annahme einer dreibasischen Säure überein, welche bei einer Molekularformel $C_{18}H_{26}O_{13}$ 20·75% K verlangen würde. Auch mit anderen Basen wie Barythydrat, Aluminiumhydroxyd lassen sich solche Salze herstellen, welche sich in ihrer Färbung voneinander unterscheiden, stets amorph ausfallen und wohl als Farblacke anzusprechen sind.

Behandlung mit Natriumbisulfit.

Trotz des gegenüber dem Malvenanthokyan abweichenden Farbcharakters wurde auch hier eine Behandlung mit Natriumbisulfit durchgeführt. Es zeigte sich dieselbe Erscheinung wie dort, nämlich eine Entfärbung, beziehungsweise blaßgelbe Färbung des roten Farbstoffes beim Behandeln mit frisch bereiteter konzentrierter Natriumbisulfitlösung, mit welcher die alkoholische Lösung andauernd, zuletzt unter Erwärmen geschüttelt wurde. Die feste, krystallisierte, farblose oder schwach gelbliche Substanz ist dieselbe, welche auch bei Einwirkung von Schwefeldioxyd auf das Anthokyan entsteht. Bei der Behandlung mit Natriumbisulfit ist, was ja bei Schwefeldioxyd denkbar wäre, an eine Reduktionswirkung kaum zu denken, es dürfte sich vielmehr auch hier um eine Additionswirkung durch eine oder mehrere Karbonylgruppen oder eine andere Doppelbindung im Molekül handeln, durch welche das $NaHSO_3$ gebunden und gleichzeitig die chromogene Gruppe unwirksam

gemacht wird. Durch Einwirkung von einigen Tropfen Mineralsäure wird die charakteristische rote Anthokyanfarbe wieder hergestellt, die chromogene Gruppe also wiederum freigemacht. Eine ähnliche Erscheinung ist von der Holzsubstanz her bekannt, wo ebenfalls nach Nickel und Seliwanow Durchtränkung des Holzes mit Natriumbisulfit das Eintreten der Wiesner'schen Farbenreaktionen mit Phloroglucin etc. verhindert. Auch hier werden die chromogenen Gruppen der Holzaldehyde Vanillin, Methylfurfurol durch das Natriumbisulfit gebunden.

Die durch Natriumbisulfit entfärbte Lösung wurde zunächst durch Eindampfen im Vakuum am Wasserbad und dann durch völliges Entwässern über Chlorcalcium im Vakuumexsikkator völlig zur Trockene gebracht und stellt eine leicht gelbliche, äußerst zerfließliche Krystallmasse von angenehmem anisähnlichen Geruch dar. In Wasser und wässerigen Flüssigkeiten aller Art ist sie löslich, in Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Amylalkohol unlöslich. Bezüglich der Darstellung des Anthokyanbisulfits verweise ich auf meine erste diesem Gegenstand gewidmete Abhandlung. Verfahren und Eigenschaften des hier erhaltenen Produktes decken sich mit dem dort erhaltenen vollständig, mit Ausnahme des Umstandes, daß hier das Bisulfit ein fester Körper ist, dort eine syrupöse Flüssigkeit darstellt, und daß hier das aus der Bisulfitverbindung regenerierte Anthokyan in Krystallen wieder zurückgewonnen werden konnte. Die Analyse der Bisulfitverbindung und damit die Bestimmung der Anzahl der Carbonylgruppen wurde nach Ripper[1] durchgeführt. Versetzt man die wässerige Lösung der Substanz, in welcher auf Aldehydgruppen zu prüfen ist, mit einer überschüssigen Menge Alkalibisulfitlösung, deren Gehalt an schwefliger Säure vorher durch Jod ermittelt worden ist, so wird nach kurzer Zeit aller vorhandener Aldehyd an das Alkalibisulfit gebunden, welches angelagerte saure schwefligsaure Kali durch Jod nicht oxydierbar ist. Bestimmt man nun die nicht gebundene schweflige Säure, so hat man in der Differenz zwischen der gesamten, in der Alkalibisulfitlösung

[1] Monatshefte für Chemie, *21*, 1079.

enthaltenen und der durch den Aldehyd gebundenen schwefligen Säure ein Maß für den zu untersuchenden Aldehyd.

Von der vakuumtrockenen Substanz wurden 0·922 *g* in zirka 100 cm^3 Wasser und möglichst wenig Alkohol aufgelöst und von dieser Lösung 25 cm^3 zu 10 cm^3 der $NaHSO_3$-Lösung zufließen gelassen und solange unter ganz gelindem Erwärmen geschüttelt, bis die erwähnte schmutziggelbe Farbe statt der ursprünglichen roten sich eingestellt hatte. Der Jodwert der Natriumbisulfitlösung wurde inzwischen in der Weise bestimmt, daß zu 50 cm^3 einer genau eingestellten $\frac{n}{5}$-Jodlösung aus einer Bürette die zu prüfende Bisulfitlösung zufließen gelassen wurde. 50 cm^3 verbrauchten 16·3 cm^3 $NaHSO_3$: es entspricht also 1 cm^3 der Natriumbisulfitlösung 0·00188336 *g* SO_2. Nun wurde abermals zu einer abgemessenen Menge der Jodlösung die 35 cm^3 der Anthokyanbisulfitverbindung zufließen gelassen.

10 cm^3 der $NaHSO_3$-Lösung entsprechen 30·7 cm^3 der $\frac{n}{5}$-Jodlösung. Nun wurden zu 30·7 cm^3 der Jodlösung die Lösung des Anthokyanbisulfits zufließen gelassen und ein Verbrauch von 0·7 cm^3 Jodlösung durch den Aldehydanteil des Anthokyans festgestellt.[1] Die Aldehydmenge berechnet sich demnach aus der Gleichung:

$$\frac{J \times M}{253{\cdot}06} = \frac{0{\cdot}7 \,.\, 0{\cdot}025306 \,.\, 450}{253{\cdot}06} = 0{\cdot}0316\,g,$$

d. i. für die verwendeten 0·922 *g* Substanz 0·1264 *g* = 13·71 %. Zwei Aldehydgruppen würden für eine Substanz mit dem Molekulargewicht 450 die Zahl von 12·88 % ausmachen. Es ist allerdings fraglich, ob dieser Wert den vorhandenen Tatsachen wirklich entspricht und nicht vielleicht nur einen

[1] Nach Legler, Pharmac. Zentralhalle 1905, 272 läßt man die nicht angesäuerte, luftfreie Sulfitlösung zu einem Überschuß der ebenfalls nicht angesäuerten Jodlösung fließen und titriert den Jodüberschuß in gewöhnlicher Weise mit Natriumthiosulfat zurück. In dieser Modifikation wurde hier die Ripper'sche Methode angewendet, was für meinen Fall von Wichtigkeit ist, da bei der sonst üblichen Ansäuerung der Jodlösung die Anthokyanbisulfitverbindung sofort zerlegt worden wäre.

Zufallswert darstellt, weil naturgemäß die Titration der Jodlösung mit dem Anthokyanbisulfit ohne Säure durchgeführt werden mußte. Ich habe die erhaltenen Zahlen angeführt, weil sie mit anderen auf einem verschiedenen Wege erhaltenen recht gut übereinstimmen.

Die Lösung des Anthokyanbisulfits wurde in frisch bereitetes überschüssiges Bromwasser eingegossen, wobei sich nicht eine Spur Schwefeldioxyd entwickelte. Nachdem die Oxydation des Bisulfits vollzogen war, wurde anhaltend solange gekocht, bis kein Brom mehr entwich, in die siedend heiße Lösung 1 cm^3 Salzsäure getan, sodann mit siedend heißer Chlorbaryumlösung tropfenweise versetzt, der Niederschlag am Wasserbad absitzen gelassen, filtriert und sorgfältig gewaschen, das Filtrat mit dem Niederschlag im Platintiegel naß verbrannt und das Baryumsulfat vorsichtig geglüht und gewogen.

4·4385 g des Bisulfits gaben 3·2298 g $BaSO_4$ entsprechend 1·4478 g $NaHSO_3 = 32·62\%$, während zwei Aldehydgruppen, respektive die von zwei Aldehydgruppen addierten zwei Moleküle $NaHSO_3$ 31·61% einer Substanz vom Molekulargewichte 658 (d. i. das Molekulargewicht meines Anthokyans 450 zuzüglich 2 $NaHSO_3 = 208$) ausmachen müßten. Das stimmt wie erwähnt, mit dem im vorgeschilderten Versuch gefundenen Befund von zwei Aldehydgruppen im Molekül des krystallisierten Anthokyans überein. Die Entfärbung des Anthokyans durch die Addition von Natriumbisulfit und die leichte Wiederherstellung der Farbe durch Abspaltung der Bisulfitgruppen läßt die Vermutung gerechtfertigt erscheinen, daß die Aldehydgruppen es sind, welche ebenso wie das für das Malvenanthokyan bewiesen wurde, den Farbcharakter des Anthokyans bestimmen und z. B. auch die Verfärbung der roten sauren Lösung durch Alkalien mitverschulden dürften. Wenn die Aldehydgruppen irgendwie verändert, sei es gebunden, sei es zerstört oder anderweitig verändert werden, geht auch die charakteristische Färbung verloren. Es wurde schon oben auf das auffällige von den übrigen Mineralsäuren abweichende Verhalten der oxydierenden Salpetersäure dem Anthokyan gegenüber hingewiesen. Aber auch durch Erwärmen mit

Wasserstoffsuperoxyd geht die rote Farbe in gelb über und die Alkaliverfärbung bleibt aus. Auch Behandlung mit Zinkstaub und Salzsäure oder Essigsäure, ja selbst Reduktion mit aktiviertem Aluminium, also einem vollkommen neutralen Reduktionsmittel läßt die Färbung verschwinden, offenbar infolge Veränderung der Aldehydgruppe. Die durch Oxydation und Reduktion aus dem Anthokyan entstehenden Produkte sind bisher einer weiteren chemischen Untersuchung noch nicht unterzogen worden. Freilich legt die große Labilität des Anthokyans, respektive seiner so leicht veränderlichen Gruppen nahe, daß es sich bei der Untersuchung der Anthokyanderivate um Produkte handelt, welche sich während der verschiedenen Operationen weitergehend verändert haben als der Experimentator beabsichtigt. Die leichte Veränderlichkeit der Karbonylgruppen, die eventuell leichte Abspaltung von Karboxylen wird durch die Häufung von negativen Gruppen wie sie im Anthokyanmolekül nachgewiesen sind, natürlich ungemein verstärkt.

Soweit heute unsere chemischen Erfahrungen bezüglich des Pelargonienanthokyans reichen, haben wir es hier mit einem aromatischen Kern zu tun, welcher zwei Hydroxyle, drei Karboxylgruppen und zwei Aldehydgruppen trägt und der Elementarformel $C_{18}H_{26}O_{13}$ entspricht, also $C_{13}H_{19}O_3.(OH)_2.(COOH)_3.(COH)_2$. Daß es sich um ein Gerbstoffderivat handelt, bewies das Resultat der Kalischmelze, welche im Nickeltiegel in der Weise vorgenommen wurde, daß reines Ätzkali in wenig Wasser gelöst, bis zum ruhigen gleichmäßigen Fluß über freier Flamme erhitzt und die Substanz dann unter fortwährendem Rühren allmählich eingetragen wurde. Nachdem die Schmelze dünnflüssig geworden war, wurde sie ausgegossen, nach dem Erkalten in Wasser gelöst und mit Schwefelsäure angesäuert. Die erhaltene schwarzbraune Masse war nur zum Teil in Äther und in Wasser löslich. Die ätherische Lösung wurde von der braunen wässerigen Emulsion abgelassen, über geschmolzenem Natriumsulfat getrocknet und hinterließ nach Abdunsten des Äthers eine weiße Substanz, die erst nach wiederholtem Umkrystallisieren farblos erhalten wurde und besonders in alkalischer Lösung an der Luft sehr bald Grün-

und Schwarzfärbung zeigte. Mit Eisenchlorid entstand eine grüne Färbung, die mit etwas Soda in Violett überging. Bleiacetat lieferte ebenfalls eine Fällung, sämtlich Reaktionen, die für Brenzkatechin charakteristisch sind. Ich möchte daran erinnern, daß Brenzkatechin auch bei durchgreifender Kalischmelze der einen Komponente des Malvenanthokyans entstand, wie ja überhaupt diese beiden Anthokyanindividuen trotz ihrer verschiedenen Farbennuance und einiger abweichender Reaktionen gewisse verwandtschaftliche Ähnlichkeiten, das Vorhandensein eines aromatischen Kernes, von Karboxylgruppen, Hydroxylen und der Aldehydeigenschaften aufweisen. Die braune Substanz, welche bei der Kalischmelze neben Brenzkatechin entsteht, dürfte zur gänzlich unbekannten Klasse der Phlobaphene gehören und konnte bisher chemisch nicht näher charakterisiert werden. Wie erwähnt, erzeugen schon geringe Veränderungen im Aufbau des Anthokyanmoleküls jene »phlobaphen«-artige Mißfärbung und es bedarf dazu durchaus nicht einer so energischen Operation wie der Kalischmelze. Auch die zweite, nicht krystallisierte Anthokyankomponente dürfte ein Zwischenglied dieser Verwandlung darstellen, wie unten näher auszuführen sein wird, eine Veränderung, die aber nicht, wie man von vornherein glauben könnte, nur in einer Oxydation, sondern daneben auch in einer Abspaltung von Wasser ihre Grundlage hat. Dabei kommt es, vielleicht durch Verwandlung von Karboxylen in Karbonyle zu Gruppierungen, welche Veranlassung zu einer Kuppelung mit Zucker geben, denn die zweite Anthokyankomponente ist ein Glukosid. Der Gerbstoffcharakter des Anthokyans geht schon aus dem adstringierenden Geschmack dieser Substanz hervor. Die Orthostellung der Hydroxyle dürfte aus der leichten Abspaltbarkeit von Protokatechusäure bei sehr gelindem Eingriff wahrscheinlich gemacht werden können, vorausgesetzt, daß nicht auch hier schon Umlagerungen sich vollziehen. Bei der Anthokyanbildung ist auch der Schlüssel zu einem höchst interessanten chemischen Problem enthalten, nämlich zur Umwandlung von Zucker, dessen Darreichung bekanntlich die Anthokyanbildung fördert, in Substanzen der aromatischen Reihe. Eine solche Umwandlung findet sicher statt und

theoretisch ist gerade die Bildung von Phloroglucin oder eines anderen aromatischen Phenols sehr einfach darstellbar. $C_6H_{12}O_6 = C_6H_3(OH)_3 + 3H_2O$.[1]

Das Produkt einer solchen Umwandlung und weiteren Synthese ist auch das Anthokyan.[2] Über die Möglichkeit eines Überganges von einem Flavon zu einem mit Säuren intensiv roten Farbstoff, der allerdings die Umfärbung mit Alkalien nicht zeigt, siehe Kostanecki und Tambor.[3]

Darstellung eines mutmaßlichen Spaltproduktes.

Aber auch durch einen weniger energischen Eingriff als das Schmelzen mit Ätzkali vorstellt, kann man zu Abbauprodukten der krystallisierten Anthokyankomponente kommen. Es wurde schon früher erwähnt, daß Anthokyanlösungen, von denen ein auf dem Objektträger verdunstender Tropfen zahllose Anthokyanrosetten entstehen läßt, nach dem Eindampfen auf dem Wasserbad keine Krystalle, sondern lediglich einen roten Sirup aufweisen, in welchen zahlreiche farblose prismatische Krystalle eingelagert sind, deren Ecken bisweilen abgestumpft erscheinen, von welchen auch mitunter zwei zu Zwillingsgestalten zusammentreten. Beim Erkalten der Flüssigkeit setzt sich am Boden der Krystallsand an, welcher unter dem

[1] V. Grafe in Abderhaldens Biochemischen Handlexikon, II. Bd., p. 551 und C. Neuberg, Biochem. Zeitschr., *9*, 551 (1908).

[2] Während des Druckes dieser Abhandlung erschien eine sehr interessante Arbeit von A. Czartkowski »Einfluß des Phloroglucins auf die Entstehung des Anthokyans bei *Tradescantia viridis*«, Sitzber. d. Warschauer Ges. d. Wiss., 1911, Lieferg. 1, in welcher die vorstehende Hypothese ihre experimentelle Bestätigung erfährt. Es zeigte sich nämlich bei der Kultur der Zweige von *Tradescantia viridis* in Lösungen verschiedener Zuckerarten plus einigen mehrwertigen Phenolen und Phloridzin, daß bei dieser Pflanze die Schnelligkeit der Anthokyanbildung mit der Konzentration der Zuckerlösung zunimmt, was auf dessen glykosidische Natur hindeute, und daß von den mehrwertigen Phenolen zur Anthokyanbildung nur das Phloroglucin oder das Phloridzin Verwendung finden kann; und zwar entsteht es schneller in Lösungen, die gleichzeitig 2% Dextrose und 0·05% Phloroglucin enthalten als in Dextrose- oder in Phloroglucinlösungen allein.

[3] Versuch einer Synthese gelber Pflanzenfarbstoffe. Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 1904, I, p. 792.

Mikroskop die vorerwähnten Gestalten erkennen läßt. Bei längerem Stehen wird der Niederschlag reichlicher, wie man ihn überhaupt auch in reinen Eisessig-Anthokyanlösungen nach längerer Aufbewahrung findet. Die abfiltrierten farblosen Krystalle sind in warmem Wasser leicht, in kaltem ziemlich schwer löslich und lassen sich aus Wasser mit Leichtigkeit umkrystallisieren und völlig farblos gewinnen; sie lösen sich auch in warmem Alkohol und in Äther, sind aber in Benzol und Petroläther unlöslich. Die Substanz schmeckt herb, zusammenziehend, gerbstoffartig. Ursprünglich hielt ich die Substanz für ein Chromogen des Anthokyans und versuchte durch Spaltung der vermuteten Muttersubstanz mittels Salzsäure zum Anthokyan zu gelangen, jedoch ohne Erfolg. Ein Versuch, aus den Laubblättern der Pelargonie durch Eisessig zu der Substanz zu gelangen, lieferte ebenfalls kein Resultat; es traten wohl auch hier farblose Krystalle auf, die aber einen ganz anderen Habitus zeigten, sich übrigens zum größten Teil als anorganischer Natur erwiesen, während die aus Anthokyanlösungen stammende Substanz am Platindraht sofort verkohlt und dann völlig verbrennt. Auch aus alkalisch gemachten (mit Kalilauge) Anthokyanauszügen ließen sich nach Ansäuern mit Schwefelsäure diese Krystalle gewinnen. Die Krystalle der Kaliverbindung zeigten beim Verbrennen das auch für das Anthokyan selbst charakteristische Aufblähen und hinterließen, die Flamme violett färbend, einen gesinterten Rückstand von Kalikarbonat.

Die Elementaranalyse der bei 110° getrockneten Substanz lieferte folgende Zahlen:

0·2275 *g* Substanz ergaben 0·4495 *g* CO_2 und 0·0837 *g* H_2O.
0·1793 *g* Substanz ergaben 0·3550 *g* CO_2 und 0·0677 *g* H_2O.

In 100 Teilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_7H_6O_4$
	I	II	
C	53·9	54·0	54·7
H	4·1	4·2	3·9
O	42·0	41·8	41·4

Die Substanz gibt, in heißem Wasser aufgelöst und etwas angesäuert, mit Eisenchlorid eine Grünfärbung, die auf Zusatz

von Sodalösung in ein tiefes Rot überging. Die mikroskopische Krystallform stimmt mit der von H. Behrens in der Anleitung zur mikrochemischen Analyse, 4. Heft, p. 84 für Protokatechusäure angegebenen völlig überein und ich sehe daher von einer mikrophotographischen Wiedergabe der Krystalle, welche ich ursprünglich beabsichtigt habe, ab. Übrigens wäre diese Krystallform, welche sehr vielen organischen Verbindungen eigen ist, weniger maßgebend als die oben beschriebene Reaktion mit Eisenchlorid und das Ergebnis der Elementaranalyse sowie der Schmelzpunktbestimmung.

Die Kalibestimmung der aus der alkalischen Anthokyanlösung gewonnenen Substanz, in der vorher beschriebenen Weise durchgeführt, ergab als Kaligehalt 20·62%, während derselbe für protokatechusaures Kali mit 20·31% sich berechnet. Die vorliegende Substanz erscheint damit als Protokatechusäure charakterisiert.

Da sie beim Abdampfen des Eisessigs der Anthokyanlösung am Wasserbad sich bildet, während die Krystalle vorher in den Anthokyanlösungen nicht beobachtet wurden, erscheint sie als ein schon bei diesem gelinden Prozeß entstehendes Spaltungsprodukt des sehr labilen Anthokyanmoleküls, dessen Krystallform damit verloren zu gehen scheint, während die Farbe, welche an die Karbonylgruppe in ihrer Stellung zu anderen Seitenketten gebunden sein dürfte, dadurch nicht wesentlich berührt zu sein scheint. Immerhin möchte ich mich bezüglich der hierbei als Spaltungsprodukt auftretenden Protokatechusäure mit einiger Reserve äußern, da es ja doch nicht ganz ausgeschlossen ist, daß die Säure aus dem Ausgangsmaterial mitgeführt worden ist.

Von der Anschauung ausgehend, daß die Protokatechusäure als Spaltungsprodukt des Anthokyans angesehen werden könnte, versuchte ich es, von ihr durch Anlagerung anderer Substanzen vielleicht wieder zu einem roten Farbstoff zu gelangen. Es möge an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, daß es gelingt, Protokatechualdehyd oder Protokatechusäure in wässeriger oder alkoholischer Lösung nach Zufügen von Wasserstoffsuperoxyd und einigen Tropfen Salzsäure mit einer alkoholischen Lösung von Vanillin in der Hitze zu einer roten

bis rotbraunen Farbe zu kondensieren, welche mit Alkalien allerdings nicht die bekannten Anthokyanumfärbungen, sondern ein mißfarbiges Tiefbraun mit darauffolgendem braunen Niederschlag ergibt.

Untersuchung des amorphen Anthokyananteiles.

Bei der Dialyse essigsaurer Anthokyanlösungen hinterbleibt im Pergamentschlauch stets eine rote Flüssigkeit, auch wenn das Wasser außerhalb so oft gewechselt wird, bis es keine Färbung mehr annimmt. Je mehr vom krystallisierbaren Anteil in die Außenflüssigkeit diffundiert, desto mehr verändert sich die Farbe der Flüssigkeit innerhalb des Dialysierschlauches in Rotbraun. Nebenbei gesagt ist es dieselbe Farbe wie sie entsteht, wenn man das vorher beschriebene Spaltungsprodukt in angesäuertem Wasser löst, mit Eisenchlorid versetzt und dann mit Soda neutralisiert. Beim Eintrocknen dieser Flüssigkeit erhält man dunkelbraune amorphe Krusten und Schollen, welche lackartig glänzen und durch kein Mittel zur Krystallisation zu bringen waren. Auch beim Eintrocknen eines Präparates aus dem ursprünglichen Blütenauszug kann man beobachten, daß niemals die gesamte Flüssigkeit oder auch nur deren Hauptmenge sich in Anthokyankrystalle verwandelt, sondern diese in einer roten Masse eingebettet erscheinen, welche neben der Mutterlauge der krystallisierten Anthokyankomponente zweifellos viel von dem amorphen Anteil enthält. Ja, das amorphe Anthokyan bildet sogar den hauptsächlichsten Anteil des Blütenanthokyans.

Wie schon früher dargelegt, gelingt es auch auf anderem Wege die beiden Anteile zu trennen. Die Substanz ist nach dem Eintrocknen in reinem Wasser auch beim Erwärmen schwer löslich, leicht löslich dagegen mit verdünntem Alkohol; Säuren erzeugen nicht die orangerote Tönung des krystallisierten Anthokyans, Salpetersäure erzeugt aber ebenfalls eine hellere, etwa weingelbe Farbe, schweflige Säure entfärbt beim Schütteln und Erwärmen ebenfalls nahezu, ebenso Natriumbisulfit, Alkalien erzeugen einen braungrünlichen Farbenton. Im ganzen sind hier die Farbenreaktionen des Anthokyans bei

weitem nicht so ausgesprochen wie bei der vorbeschriebenen Komponente.

Die Elementaranalyse der schwerverbrennlichen Substanz lieferte folgende Werte:

I. 0·1495 *g* Substanz lieferten 0·2399 *g* CO_2 und 0·0837 *g* H_2O.
II. 0·1820 *g* Substanz lieferten 0·2975 *g* CO_2 und 0·1133 *g* H_2O.

In 100 Teilen:

	Gefunden		Berechnet für $C_{21}H_{14}O_{20}$
	I	II	
C	43·78	44·59	44·17
H	6·22	6·99	6·75
O	50·0	48·42	49·08

Die Molekulargewichtsbestimmung, in der vorher beschriebenen Weise nach Eykman durchgeführt, lieferte den Wert:

Phenol: 8·67 *g*
Substanz: 0·3100 *g*
} Konstante für Phenol: 76.

Erniedrigung des Gefrierpunktes als Mittel dreier aufeinanderfolgender und aufeinander stimmender Bestimmungen: 0·41° C., entsprechend einem Molekulargewichte

	Gefunden	Berechnet für $C_{24}H_{14}O_{20}$
$M = K \cdot \frac{100 \cdot S}{\Delta \cdot L} =$	663	652

Wenn man versucht, sich ein Bild über die Beziehungen der beiden Anthokyankomponenten zu machen, so ergibt sich folgendes. Die Lösungen der amorphen Komponente reduzieren Fehling'sche Lösung sofort beim Erwärmen, während das die Auflösungen des krystallisierten Anteiles nicht tun. Daraus ergibt sich, daß das Molekül jener mit einer Monose in Verbindung stehe. Durch Kochen der mit einigen Tropfen Alkohol versetzten wässerigen Lösung mit Schwefelsäure kann man den Zucker abspalten, welcher sich gemäß dem Schmelzpunkt seines Osazones als Dextrose erwies. Bei der Hydrolyse ergab sich allerdings auch eine Abspaltung von Furfurol, das mit

dem Schiff'schen Reagens nachgewiesen werden konnte. Dieses Verhalten erinnert an das Anthokyan aus Malvenblüten. Jedenfalls ist dadurch nachgewiesen, daß es sich bei der amorphen Anthokyankomponente um ein Glykosid handelt. Man könnte sich das krystallisierte Anthokyan aus dem amorphen etwa durch folgenden Vorgang entstehend denken:

$$C_{24}H_{44}O_{20} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_{18}H_{34}O_{15}$$
$$C_{18}H_{34}O_{15} - 4\,H_2O + O_2 = C_{18}H_{26}O_{13}$$

Es herrscht also hier eine ähnliche Beziehung wie zwischen den beiden Anteilen des Malvenfarbstoffes. Wie der Vorgang im Pflanzenkörper sich vollzieht, darüber lassen sich natürlich nur Vermutungen äußern, es erscheint mir aber wahrscheinlicher, daß durch Veränderung der krystallisierten Komponente die amorphe entsteht und nicht umgekehrt, was von vorneherein, besonders mit Rücksicht auf die Overton'schen Versuche, in welchen Zuckerdarreichung zur Anthokyanbildung führte, als das wahrscheinlichere erscheinen könnte.

Das krystallisierte Anthokyan ist, wie erwähnt, sehr labil und man kann besonders im Blütenblatt selbst die Verfärbung in Braun sehr bald, z. B. beim Trocknen eintreten sehen, während niemals die Bildung krystallisierten Anthokyans aus dem amorphen stattfindet. Die Anthokyanbildung bei Zuckerzufuhr scheint mir vielmehr nicht auf primärer Bildung der glukosidischen Komponente zu beruhen, aus der etwa dann durch Zuckerabspaltung der krystallisierte Anteil entsteht, sondern der Zucker dient wahrscheinlich im Sinne der oben angeführten Hypothese zur Bildung des aromatischen Gerbstoffkernes. Daß übrigens auch das Glukosid schon durch geringfügige Einflüsse verändert wird, zeigt der folgende Versuch.

Frisch geerntete Blütenblätter der Scharlachpelargonie wurden zum Trocknen in losen Haufen geschichtet an die Sonne gelegt. Aus diesen Blättern erhielt man durch Zerzupfen eines derselben am Objektträger und Einlegen in Eisessig in ausgezeichneter Weise die Molisch'schen Krystallrosetten. Eine Zuckerbestimmung dieser Blätter, nach dem maßanalytischen

Verfahren von J. Bang[1] ausgeführt, ergab für 10 cm^3 des Extraktes:

Zur Reduktion verbraucht: 36·40 cm^3 Hydroxylamin = 12 mg Zucker. Die zur Zuckerbestimmung verwendete Probe wurde mit 50prozentigem Alkohol durch Kochen am Rückflußkühler ausgezogen, im Extrakt durch Fällung mit Bleiacetatlösung die störenden Eiweißstoffe entfernt, nach mehrstündigem Stehen abfiltriert und in je 10 cm^3 des Extraktes die Zuckerbestimmung durchgeführt. Nach zwei Tagen Trocknens zeigten die Blätter bereits nicht mehr ihren schönen scharlachroten Farbenton, sondern es war bereits eine bräunliche Nuance beigemischt, so als ob eine Bildung der amorphen Komponente aus der krystallisierten stattfände. Das mikroskopische Präparat, der Probe von Molisch unterworfen, zeigte in der Tat nur spärliche Krystallaggregate in einer bräunlichen Flüssigkeit eingeschlossen. Bei der angestellten Zuckerbestimmung verbrauchten 10 cm^3 des Extraktes 30·55 cm^3 Hydroxylamin = 18 mg Zucker. Nach weiteren vier Tagen, als die Blätter vollkommen getrocknet waren, zeigten sie auch nicht eine Spur der ursprünglichen Anthokyanfärbung, sondern erschienen braun, mißfarbig, die Eisessigprobe fiel negativ aus. Die Zuckerbestimmung ergab einen Verbrauch von 21·75 cm^3 Hydroxylamin, also einen Gehalt von 28 mg Zucker. Mit der sukzessiven Trocknung und Braunfärbung wurde auch ein eigenartiger Geruch wie nach erwärmtem Kino wahrnehmbar und auch der nunmehr adstringierend gewordene Geschmack der Blätter deutete auf eine Vermehrung freien Gerbstoffes hin. Bei fortgesetzter Trocknung erscheint also die Zucker- und Gerbstoffmenge mit der chemischen Veränderung des krystallisierten Anthokyans Hand in Hand eine Vermehrung zu erfahren. Es macht den Eindruck, als wäre etwa im Sinne der oben aufgestellten Gleichung, welche natürlich nur als Schema zu betrachten ist, durch Abgabe von Sauerstoff und Anlagerung der Elemente des Wassers der labile Körper $C_{18}H_{24}O_{15}$ entstanden, welcher sofort das Glukosid $C_{24}H_{44}O_{20}$ durch Aufnahme von Zucker bildet. Nun wird aber auch dieses Glukosid

[1] J. Bang, Biochem. Zeitschr., Bd. 2, p. 271 (1906).

im absterbenden Blatt, etwa durch Enzymwirkung rasch gespalten, der gebundene Zucker frei, daher die beobachtete im wachsenden Verhältnis sich steigernde Zuckervermehrung, während der an Zucker gekettet gewesene unbeständige Rest, vielleicht durch Oxydation und dergleichen sich weiter verändert, so daß der gerbstoffartige Kern zurückbleibt. Ich möchte daher die amorphe Anthokyankomponente als ein Zersetzungsprodukt des krystallisierten Anthokyans ansehen, welches sich sehr rasch weiter verändert. Daher dürfte auch den chemischen Konstanten dieser Komponente nicht allzuviel biologischer Wert beizulegen sein, denn sie repräsentieren meiner Auffassung nach die chemischen Eigenschaften jenes Abbauproduktes eben gerade in dem Zustand, in welchem es aus dem Zelleben herausgerissen wurde. Freilich liegt auch die Möglichkeit vor, daß jener Anthokyananteil in der lebenden Zelle weit beständiger ist und nur außerhalb derselben sich unter den Händen des Experimentators verändert. Das gilt ja überhaupt für die Gesamtheit des Anthokyans, das sich, isoliert, als höchst labiler Stoff erweist, während es im Verbande der Zelle mit Leichtigkeit zur Krystallisation gebracht werden kann und den Eindruck einer sehr gut definierbaren Substanz macht.

Das amorphe Anthokyan liefert mit Eisenchlorid eine schmutziggrüne Färbung, die bei Zusatz von Sodalösung in braunrot übergeht. Die Orthostellung der Hydroxylgruppen erscheint also hier noch erhalten. Auch die Karbonylgruppen sind noch, aus der Verfärbung mit Natriumbisulfit zu schließen, vorhanden. Dagegen gelang es nicht behufs Darstellung von Salzen einheitliche Resultate zu erhalten, vielleicht greift also die Veränderung des Anthokyanmoleküls an den Karboxylgruppen an, welche wohl auch die Nachbarschaft der negativen Gruppen zur Abspaltung disponieren mag. Was die Reaktionen mit Oxydantien anlangt, so verliefen diese im selben Sinne wie das beim krystallisierten Anthokyan geschildert worden ist. Auf Zusatz konzentrierter Salpetersäure blieb die Farbe braunrot, nach gelindem Erwärmen aber setzte eine heftige Reaktion ein, Gasentwicklung, starke spontane Erwärmung, welche den zum Lösen verwendeten Alkohol rasch zur Verdampfung

brachte, Auftreten eines Geruches nach Äthylnitrit und Verfärbung der Anthokyanlösung in Hellgelb.

In ihrer neuesten Arbeit über das Anthokyan geht Miss Wheldale[1] von dem Gedanken aus, daß die Farbstoffe der Anthokyanreihe Oxydationsprodukte von farblosen Chromogenen mit aromatischem Kern seien, welche sich in den lebenden Pflanzengeweben in Kombination mit Zucker als Glykoside finden. Das Chromogen könne aber erst dann in Anthokyan übergehen, nachdem es sich vom Zucker getrennt habe. Die Menge des freien Chromogens und damit die des gebildeten Pigmentes ist zu der Zuckerkonzentration umgekehrt, zu der Konzentration des Glukosids direkt proportional. Die Synthese von Chromogen und Zucker zu Glykosid, ebenso wie die Oxydation des freien Chromogens zu Anthokyan beruht auf Enzymwirkung. Mit dieser Hypothese steht die Tatsache gut in Übereinstimmung, welche O. Richter[2] zuerst nachgewiesen hat, nämlich das Ausbleiben der Anthokyanrötung junger Keimpflanzen in Leuchtgasatmosphäre oder „Laboratoriumsluft". Es zeigt sich nämlich, daß bei solchen in Leuchtgasatmosphäre gehaltenen Keimlingen immer eine starke Anhäufung wasserlöslicher Abbauprodukte, namentlich Aminosäuren und Zucker stattfindet, sei es, daß jene Bezirke des Plastids, denen der Abbau obliegt, widerstandsfähiger sind als die synthetisierenden, sei es, daß Abbau und Aufbau durch verschieden resistente Enzyme ausgeführt werden, sei es, daß sie Phasen eines und desselben Vorganges sind, bei welchem durch Einwirkung der betreffenden Gase eine Verschiebung des Gleichgewichtes nach der Seite der Abbauprodukte hin stattfindet.

Die Anhäufung von Zucker allein kann also noch nicht zur Anthokyanbildung führen wie man aus den bekannten Versuchen von Overton zu schließen verleitet wäre, sondern es sind offenbar die zur Anthokyanbildung führenden synthetisierenden Vorgänge hier ausgeschaltet. Das von Wheldale

[1] M. Wheldale, On the formation of Anthocyanin, Journ. of Genetics. Vol. I, No. 2 (1911).

[2] O. Richter, Über Anthokyanbildung in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Mediz. Klinik, 1907, Nr. 34.

postulierte Chromogen wäre dann mein hypothetischer Stoff $C_{18}H_{34}O_{15}$, der aus dem Glukosid $C_{24}H_{44}O_{20}$, meiner amorphen Anthokyankomponente durch Hydrolyse entstünde. Aus diesem aber wird, ganz wie es die Hypothese verlangt, durch Oxydation — allerdings muß man auch noch Entziehung von Wasser annehmen — das krystallisierte Anthokyan $C_{18}H_{26}O_{13}$. Aber in einem Punkte stimme ich mit Wheldale nicht überein, nämlich darin, daß ein Chromogen, eine Vorstufe des Anthokyans sich in den Pflanzen findet, wie etwa das Indikan oder das von Molisch[1] beschriebene Chromogen von *Schenckia blumenaviana* sondern daß es sich eher so verhält wie bei den Atmungspigmenten Palladin's. Ich glaube vielmehr, daß die hypothetische Substanz $C_{18}H_{34}O_{15}$ viel zu labil ist, um vorgebildet in den Blättern sich zu finden und glaube eher, daß jeder geeignete aromatische Kern unter Umständen sofort zu Anthokyan werden kann. Auch Palladin unterscheidet zwischen den aus stabilen Chromogenen entstehenden postmortalen Pigmenten und den aus irgendeiner labilen Substanz sich bildenden Atmungspigmenten. Wheldale nimmt an, daß die Oxydasen, welche in der lebenden Zelle Anthokyan erzeugen, nach dem Absterben derselben das braune postmortale Pigment bilden, und daß ersteres durch Antolyse in letzteres übergehe; als Beweis dafür wird angeführt, daß diejenigen Pflanzenorgane, welche am meisten Anthokyan enthalten, auch die größte Menge braunen Pigments bilden. Das ist gewiß richtig, denn hier addieren sich die über die Zwischenstufe des amorphen Anthokyans gehenden braunen Zersetzungsprodukte des Anthokyans zu den auch ohne Anwesenheit von Anthokyan entstehenden braunen postmortalen Farben, so daß der Eindruck der braunen Färbung anthokyanhältiger Pflanzenteile sehr verstärkt wird, ohne daß aber zwischen beiden chemische Identität herrschen dürfte.[2]

[1] H. Molisch, Über ein neues, einen karminroten Farbstoff erzeugendes Chromogen bei *Schenckia blumenaviana* K. Sch., Ber. d. Deutschen botan. Ges., Bd. 19, p. 149 (1901).

[2] Die Bildung eines »Protanthokyans« in den Blüten wurde von Ichimura (On the formation of Anthokyanin in the Petaloid Calyx of the red Japanese Hortense, Journ. of the College of Sciences Imp. Univ. of Tokyo,

Jedenfalls ist die Bildung von Anthokyan immer mit einer Oxydation verknüpft und dort, wo bei einem gewissen Reichtum an Atmungsmaterial die Oxydationsvorgänge beträchtliche sind, geht auch immer reichliche Anthokyanbildung mit ihnen Hand in Hand, so bei jungen, wachsenden Keimlingen, bei Verwundung und Einfluß von Parasiten. Über diesen Punkt der

---

Vol. 18, Art. 3, 1903/4) behauptet, nachdem Zopf schon in seiner Arbeit »Über die Gerbstoff- und Anthokyanbehälter der Fumariaceen und einiger anderer Pflanzen« 1886 ein farbloses Protanthokyan gefunden hatte, das in ein gelbes übergeht. Harvey »Observation on the colour of flowers« 1899, sagt, daß die Entwicklung des Farbstoffes in der Pflanze mit grün beginnt, dann in gelb, weiß und rot und schließlich in blau oder violett übergeht. Das von Ichimura gefundene farblose oder gelbliche Protanthokyan gibt folgende Reaktionen: Säuren verändern nicht, Alkalien färben gelb, Bleiacetat erzeugt einen gelben Niederschlag, $K_2Cr_2O_7$ einen braunroten, $FeCl_3$ einen tiefgrünen, nachfolgender Sodazusatz einen tiefblauen Niederschlag, Antipyrin und Koffein geben keine Reaktion. Das sind im wesentlichen Gerbstoffreaktionen und Ichimura spricht auch die Ansicht aus, daß das Protanthokyan, aus dem der gelbe, rote, tiefrote oder blaue Farbstoff entsteht, aus einem farblosen Gerbstoffkern besteht. Die Bildung von Anthokyan aus Protanthokyan sei nicht, außer bei *Parnassia palustris* durch das Sonnenlicht bewirkt; außerdem sei die Anwesenheit von Säure, Tannin und Zucker nötig, das letztere aber nur in den späteren Phasen der Entwicklung, so daß also der Zucker keinen engen Zusammenhang mit der Bildung von Anthokyan haben dürfte. Das Schema der Anthokyanbildung stellt Ichimura folgendermaßen auf:

Farbloses Protanthokyan
↓
gelbes Anthokyan
↙ ↘
rötliches Anthokyan — bläuliches Anthokyan
↓ ↓
tief rotes Anthokyan — tief blaues Anthokyan
↘ ↙
Violettes Anthokyan in Krystallen.

Übrigens hat schon Wigand auf Grund histologischer Untersuchungen behauptet, das Substrat des Anthokyans sei ein dem Gerbstoff nahe verwandtes und aus ihm direkt hervorgehendes farbloses Chromogen. (A. Wigand, Einige Sätze über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes und der Pflanzenfarbe, Bot. Ztg. 1862, p. 123, zit. nach H. Molisch, Über amorphes und krystallisiertes Anthokyan, p. 160.)

Anthokyanfrage hat kürzlich R. Combes[1] ausgedehnte und gründliche Versuche bekannt gemacht. Die Gasanalysen ergaben, daß überall dort, wo Anthokyanbildung eintrat, die Oxydationsvorgänge stärker waren als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Während der Farbbildung wird Sauerstoff gebunden, bei der Zerstörung des Anthokyans wird Sauerstoff frei. Auch Combes spricht dieselbe Anschauung aus, welche ich oben vertreten habe. »Die Anthokyanpigmente scheinen sich größtenteils nicht auf Kosten präexistierender Glukoside zu bilden, sondern sie entstehen vielmehr aus allen Stücken (de toutes pièces); die Anthokyanbildung, d. h. der phenolischen Glukoside, die durch ihre lebhafte Färbung ausgezeichnet sind, scheint durch Anhäufung von zuckerartigen Verbindungen hervorgerufen zu sein; deren lebhafte Zufuhr steigert die Intensität des Gaswechsels und scheint die Beschleunigung der Oxydationsprozesse zu bestimmen; die Bildung der Glukoside wird beträchtlicher und die unter solchen Bedingungen entstehenden Verbindungen sind, wenigstens zum Teil, die Anthokyane . Die Ergebnisse der gasanalytischen Untersuchung, welche eine Fixierung von Sauerstoff bei der Bildung des Blütenfarbstoffes erweisen, stehen in vollem Einklang mit den Resultaten der chemischen Erforschung des Anthokyanfarbstoffes. Nach dem gewonnenen Formelbild verlangt die Bildung des Anthokyanfarbstoffes Sauerstoff, und Sauerstoff muß abgegeben werden, wenn die krystallisierte Anthokyankomponente in die amorphe übergeht, welche nur eine Zwischenstufe auf dem Wege zur Bildung der braunen Zersetzungsprodukte zu sein scheint.

Wenn Combes dem Anthokyan eine Rolle beim Atmungsprozeß zuweist, analog dem der intramolekular verarbeiteten organischen Säuren der Crassulaceen, so hat ja diese Anschauung mit Rücksicht auf die stark saure Natur des Anthokyanmoleküls manches für sich, um so mehr als nach meinen Untersuchungen die Karboxylgruppen des Anthokyans sehr leicht abspaltbar sein dürften, wie ja wahrscheinlich die

[1] R. Combes, Les échanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques. Révue gén. de Bot. T. XXII, 177 (1910).

durch Sauerstoffabgabe gekennzeichnete, mit der Bildung der amorphen Komponente beginnende Zerstörung des Anthokyans an den Karboxylgruppen angreift. Diese Frage kann aber kaum ohne weitere Versuche entschieden werden, auf Grund der Erscheinungen an albinotischen Pflanzen widerspricht Wheldale auch der Combes'schen Hypothese.

Wenn wir durch Ergründung der Chemie des Anthokyans der Bekanntschaft mit diesem Farbstoff allmählich näher kommen, ist es zum Schlusse vielleicht nicht uninteressant, einen Blick auf die bisherigen Bemühungen einer Synthese dieses Pflanzenfarbstoffes zu werfen.

S. Dezani fand in weißen Trauben zwei chromogene Stoffe, von denen der eine durch Bleiacetat fällbar war, der andere nicht. Durch Einwirkung von Salzsäure geben sie Farbstoffe, die sich dem Önocyanin analog verhalten. Sie entstehen aber nicht durch Oxydation, sondern durch hydrolytische Spaltung mit gleichzeitiger Bildung eines reduzierenden Stoffes. In den von chromogenen Substanzen befreiten Schalen befinden sich noch andere Stoffe, die sich mit Alkalien rot färben. J. Laborde stellte bei der Untersuchung der Gerbstoffsubstanzen grüner Traubenschalen fest, daß zwei Formen dieser Substanzen darin vorhanden sind, eine in starkem Alkohol lösliche und eine darin unlösliche, von denen die letztere vorherrscht. Während der Reife nimmt die unlösliche Form ab, die lösliche zu. Während des Überganges der chromogenen unlöslichen Substanz der grünen Schalen in die lösliche Form bildet sich bei den roten Trauben der Farbstoff, damit im Zusammenhang eine Abnahme der chromogenen Substanz, und zwar bei den grünen Trauben stärker als bei den roten. Bei den letzteren enthält der lösliche Anteil seit Beginn der Reife Farbstoff und nicht umgewandeltes Önotannin, nach beendigter Reife existieren diese Unterschiede nicht mehr. Die unlösliche Form wird bei der Reife in die lösliche verwandelt. Mit Salzsäure im Autoklaven bei 120° behandelt, geben diese Gerbstoffe rotgefärbte Lösungen.

Nach D. Malvezin geben grüne Traubenkerne von roten Trauben, im offenen Kolben auf 85° erhitzt, nach 17 Stunden eine starke Gelbfärbung infolge Bildung einer chromogenen

Substanz und nach 24 Stunden einen roten Farbstoff, bei Luftzutritt, während bei Luftabschluß die gelbe Farbe erhalten bleibt. Blätter, Ranken etc. der Weinstöcke liefern bei derselben Behandlungsweise nur gelbe, nicht in Rot übergehende Färbungen. Der rote Farbstoff hält sich nicht an der Luft, durch Erhöhung der Temperatur kann aber, offenbar durch Oxydation, die rote Farbe wieder hergestellt werden. Nach einigen aufeinanderfolgenden Oxydationen und Entfärbungen verliert er indessen diese Fähigkeit.

Behandelt man die festen Bestandteile grüner Trauben 30 Minuten mit zweiprozentiger HCl unter Druck bei 120°, so erhält man eine prächtig weinrote Flüssigkeit, während der Rückstand an alkoholhältiges Wasser noch viel Farbstoff abgibt. Auch die jungen Sprosse weißer oder roter Trauben, die eingetrockneten Trester geben diese Reaktion, welche auf einer Umwandlung der Tannoide allein (Glykoside sind nicht vorhanden) zurückzuführen ist. Es entsteht ein in saurem Wasser löslicher roter Farbstoff, ein in reinem Wasser sehr wenig löslicher, in alkoholhaltigem leicht löslicher roter Farbstoff und ein brauner in Wasser und Alkohol unlöslicher, der an den durch tiefgreifende Oxydation unlöslich gemachten Farbstoff des roten Weines erinnert. Die gleichen chromogenen Eigenschaften kommen auch den Tannoiden des Hopfens, des Kirsch- und Pflaumenbaumes, des wilden Weines, nicht aber der Eiche zu. Diese Wirkung der verdünnten Salzsäure hat mit der der verdünnten Schwefelsäure auf Tannine nichts zu tun, vielmehr handelt es sich hier um eine der Bildung von Gallussäuren aus Gallusgerbsäuren analoge Reaktion. Erhitzt man die 2 Prozent KOH enthaltende Lösung eines dieser Tannine einige Augenblicke zum Sieden und setzt die Flüssigkeit sodann einer genügenden Lüftung aus, so nimmt sie auch hier noch eine intensive weinrote Färbung an. Bei der aus den Kernen weißer oder roter Trauben hergestellten Flüssigkeit schlägt die weinrote Färbung bei fortgesetzter Oxydation innerhalb einiger Stunden oder beim Ansäuern in Hellgelb um, kehrt aber mit der Alkalinität wieder. Das Gallotannin liefert auch unter anderen Bedingungen als durch Erhitzen mit Salzsäure unter Druck einen roten Farbstoff. Wenn man nämlich

eine Lösung von Tannin in Wasser mit 20 cm^3 HCl und 5 cm^3 einer 40prozentigen Formollösung vermischt und dem Sonnenlicht aussetzt, so erhält man unter Fällung des Tannins einen reichlichen Niederschlag, der nach einigen Tagen rotviolett wird; im Dunkeln bildet sich der Farbstoff sehr langsam. Der Niederschlag ist in alkoholhaltigem Wasser mit rotvioletter Farbe löslich und wird durch Ammoniak graublau, durch Kalilauge schmutziggrün. An der Luft oxydiert sich die Lösung allmählich, wobei der rote Farbstoff gelb und unlöslich wird. Die rote Färbung durch salzsäurehaltiges Wasser und Formaldehyd tritt bei allen untersuchten Gerbstoffen ein. So wie die Einwirkung von Salzsäure bei 120° auf Önotannin, so ist auch die der Salzsäure und des Formols in der Kälte auf Gerbstoffe katalytischer Natur, da keines der beiden Agentien sich an der Reaktion beteiligt. Der Formaldehyd wirkt wie ein Enzym, während die Salzsäure ein für die Reaktion günstiges Medium schafft. Der rote Farbstoff stammt von einem chromogenen Kern ab, der phenolische Natur besitzt wie alle Tannine.

Nach meinen Untersuchungen sind es Aldehydgruppen, welche die charakteristischen Farbeigenschaften der Anthokyane bedingen. Es wird sich also darum handeln, ein Aldehydsystem mit einem aromatischen Gerbstoffkern in Kombination zu bringen, welcher, etwa wie die Gallussäure, neben der Karboxylgruppe noch Hydroxyle trägt. Es wurde schon des Versuches Erwähnung getan, das mutmaßliche Spaltungsprodukt des Pelargonienanthokyans, das sich als Protokatechusäure herausstellte, durch Kuppelung mit Vanillin zu einem roten Farbstoff zu kondensieren. Solche Versuche sind gegenwärtig im Gange, es soll seinerzeit darüber berichtet werden. Ebenso möchte ich mir die Vertiefung und Weiterführung der hier geschilderten Versuche, ebenso wie die chemische und physiologische Untersuchung noch anderer Farbstoffe der Anthokyanreihe vorbehalten.

Zusammenfassung.

Nach einer Reihe vergeblicher Versuche, den Farbstoff des Rotkrautes in krystallisierter Form zu gewinnen, wurden die Blütenblätter der Scharlachpelargonie als Ausgangsmaterial gewählt und aus diesen nach dem von Molisch angegebenen Verfahren, Behandlung mit Essigsäure, das Anthokyan extrahiert. Es gelang, durch Ausschütteln mit Äther die Extrakte ganz rein, namentlich frei von *n*-Nonansäure, und den Anthokyanfarbstoff im großen in schönen Krystallnadelbüscheln darzustellen. Durch Pergamentschläuche oder tierische Blase dialysierte Extrakte liefern ein tiefgelbrotes, krystallisierendes Dialysat und eine innerhalb des Dialysators verbleibende braunrote Flüssigkeit, welche zu einer amorphen Masse eintrocknet. Auch durch Eingießen der durch Ton filtrierten Eisessigextrakte in viel Äther läßt sich der amorphe Anteil vom krystallisierenden trennen, indem jener dabei in braunen Flocken ausfällt, ferner durch Fällen mit Bleiacetat, wodurch nur der krystallisierende Anteil als dunkelvioletter Niederschlag sich abscheidet. Aus 28 *kg* der Blütenblätter wurden schließlich zirka 10 *g* des krystallisierenden und 15 *g* des amorphen Anteiles gewonnen.

Die krystallisierende Komponente ist höchst labil, hygroskopisch und verwandelt sich namentlich in der Wärme sehr schnell in eine amorphe Masse. Beim Abtreiben des Lösungsmittels aus den Extrakten am Wasserbad bildet sich eine weiße Krystallmasse, die unter dem Mikroskop schöne, farblose Prismen zeigt und als Protokatechusäure bestimmt wurde. Es ist vielleicht ein Spaltungsprodukt des Anthokyans. Die krystallisierte Anthokyankomponente hält sich unzersetzt nur im Vakuum über Ätzkali.

Der Schmelzpunkt liegt bei 270°, wobei sich das Präparat zersetzt. Der Farbstoff wird durch Säuren tiefrot, durch Alkalien grünrot ohne den Neutralisationspunkt durch Farbenänderung deutlich anzuzeigen, erst in großer Verdünnung deutlich grün, durch Oxydantien, besonders schnell beim Erwärmen gelb. Mit Eisenchlorid blauviolett, bei nachfolgendem Sodazusatz gelb, durch andere Gerbstoffreagentien nicht verändert.

Die Substanz krystallisiert mit 2 Molekülen Krystalleisessig, die im Vakuum über Ätzkali bei ganz gelindem Erwärmen verschwinden. Sie entspricht der Zusammensetzung $C_{18}H_{26}O_{13}$. Acetylierung ergab das Vorhandensein von zwei Hydroxylgruppen. Die Analyse der Salze ließ sie als dreibasische Säure erscheinen.

Bei andauerndem Schütteln mit Natriumbisulfit geht die rote Färbung in ein schmutziges Gelb über und läßt sich durch Ansäuern wieder herstellen. Es wurde die Bestimmung der Aldehydgruppen vorgenommen, durch deren Addition des Bisulfits die Farbenänderung eingetreten war, welche also für die Anthokyanfarbe bestimmend sind und das Vorhandensein von zwei Karbonylen festgestellt. Die Kalischmelze liefert Brenzkatechin.

Der amorphe Anthokyananteil, welcher im wesentlichen die Reaktionen des krystallisierenden zeigt, entspricht der Zusammensetzung $C_{24}H_{14}O_{20}$, erweist sich als Glukosid, dessen Zucker Dextrose ist.

Das amorphe Anthokyan ist als Zersetzungsprodukt des krystallisierenden aufzufassen; die Ableitung der beiden Anteile auseinander läßt sich, nach erfolgter Hydrolyse des Glukosids und Entstehung einer hypothetischen Substanz $C_{18}H_{34}O_{15}$, durch Abspaltung der Elemente des Wassers aus dieser und Anlagerung von Sauerstoff darstellen.

Beim vorsichtigen Trocknen der Blütenblätter verwandelt sich die ursprüngliche rote Farbe allmählich in Braun, womit eine starke Vermehrung des reduzierenden Zuckers und stärkeres Hervortreten des Gerbstoffcharakters verbunden ist. Es scheint sich das krystallisierte Anthokyan durch Abgabe von Sauerstoff eine Veränderung, deren Eintreten an der Karboxylgruppe wahrscheinlich gemacht werden konnte — in eine Substanz zu verwandeln, die mit Zucker zusammen den amorphen Anteil liefert, worauf aus diesem, wohl durch Enzymwirkung Zucker abgespalten wird, während der übrigbleibende Rest weitergehende Zersetzung bis zum Hervortreten des aromatischen Gerbstoffkernes erfährt.

Die für die Anthokyanbildung günstige Wirkung von Zuckerdarreichung dürfte eher auf einer Verwandlung des

Zuckermoleküls in den aromatischen Komplex als auf Glukosidbildung beruhen. Ein als Protanthokyan zu bezeichnendes, eigenes Chromogen des Anthokyans dürfte nicht existieren, die Ergebnisse der gasanalytischen Untersuchung beim Auftreten und Verschwinden des Anthokyans durch R. Combes lassen sich mit den Resultaten der chemischen Analyse in gute Übereinstimmung bringen. Die das Anthokyan aus den Bausteinen synthetisierenden Vorgänge scheinen in der Laboratoriumsluft, trotz der hier bewirkten Zuckeranhäufung sistiert zu sein, da O. Richter das Auftreten von Anthokyan in Keimlingen unter solchen Verhältnissen nicht beobachtete.

Schließlich werden auf Grund fremder Arbeiten im Einvernehmen mit eigenen Versuchen die Möglichkeiten einer Anthokyansynthese erwogen.

Literatur.

Cavazza, L. E.: Zeitschrift für wissensch. Mikroskopie, *27*, 34 (1909) gibt eine Methode zur mikrochemischen Unterscheidung der Gerbstoffe, welche für die Untersuchung von Pflanzenfarbstoffen wichig sind.

Combes, R.: Du rôle de l'oxygène dans la formation et la destruction des pigments rouges anthocyaniques chez les végétaux. Comptes rendus de l'académie des sc. *150*, 1186 (1910).

Sur le dégagement simultané d'oxygène et d'anhydride carbonique au cours de la disparition des pigments anthocyaniques chez les végétaux, ebendas.

Les échanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques, Revue générale de botanique, Tome XXII, p. 177 (1910).

Colin, H.: Comptes rend. *148*, 1531 (1910) über die Rotfärbung der Zweige von *Salicornia fruticosa*.

Dezani, S.: Staz. sperim. agrar. ital. *43*, 428 (1910) nach dem Referat im Chem. Centralbl. 1910, 1142.

Glan, R.: Über den Farbstoff der schwarzen Malve, Inauguraldissertat. Erlangen 1892.

Grafe, V.: Studien über das Anthokyan I. und II. Sitzber. d. k. Akad. Wien, Bd. 115 (1906) und Bd. 118 (1909).

Griffiths, A. B.: Die Pigmente des Geraniums und anderer Pflanzen. Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 36 (1903), 3959 und Chemical News 88, p. 249.

Harvey: Observation on the colour of flowers, 1899.

Heise, R.: Über den Heidelbeerfarbstoff. Arbeiten d. kais. Gesundheitsamtes. Berlin IX, 478 (1894).

Hilger, A.: Zur chemischen Kenntnis der Blumenfarbstoffe. Bot. Centralbl. 1894.

Ichimura, T.: On the formation of Anthokyan in the Petaloid Calyx of the red Japanese Hortense. Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo. Vol. XVIII, Art. 3 (1903/4).

Katić, D. L. J.: Beitrag zur Kenntnis der Bildung des roten Farbstoffs in vegetativen Organen der Phanerogamen. Inaugdissert. Halle-Wittenberg, 1905.

Karzel, R.: Beiträge zur Kenntnis des Anthokyans in Blüten. Österr.-bot. Zeitschr. Nr. 9 (1906).

Keegan, P. Q.: Chem. News, *101*, 218 (1910) nach dem Referat im Chem. Centralbl. 1910, II., 96.

Laborde, M. J.: Sur l'origine de la matière colorante des raisins rouges et autres organes végétaux. Comptes rend. 146, I (1908), 1411.

Sur la transformation de la matière chromogène des raisins, pendant la maturation, ebendas. 147 (1908), 753.

Sur le mécanisme physiologique de la coloration des raisins rouges et de la coloration automnale des feuilles, ebendas. 147 (1908), 993.

Linsbauer, L.: Über photochemische Induktion bei der Anthokyanbildung. Wiesner-Festschrift 1908, p. 421.

Malvezin, Ph.: Sur l'origine de la couleur des raisins rouges. Compt. rend. 147 (1908), 384.

Mirande, M.: Sur l'origine de l'anthocyanine déduite de l'observation de quelques Insectes parasites des feuilles. Compt. rend. 145 (1907).

Miyoshi, M.: Über die künstliche Änderung der Blütenfarben. Bot. Centralbl. 83 (1900), 345.

Über Herbst- und Trockenröte der Laubblätter. Journ. Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, 27, 1.

Molisch, H.: Über amorphes und krystallisiertes Anthokyan. Botan. Zeitg. 1905, 145.

Über ein neues, einen karminroten Farbstoff erzeugendes Chromogen bei *Schenckia blumenaviana* K. Sch. Ber. d. Deutsch. bot. Ges., Bd. 19, 149 (1901).

Der Einfluß des Bodens auf die Blütenfarbe der Hortensien. Bot. Zeitg. 1897, p. 49.

Molliard, M.: Comptes rendus *148*, 573 (1910) nach dem Referat im Chem. Centralbl. 1910, 1048.

Overton, E.: Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rotem Zellsaft bei Pflanzen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 33, 1899.

Palladin, W.: Über das Wesen der Pflanzenatmung. Biochem. Zeitschr. 1909.

Über die Bildung der Atmungschromogene in den Pflanzen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. *36a*, 389 (1908).

Über Prochromogene der pflanzlichen Atmungschromogene, ebendas. *27*, 101 (1909).

Die Bildung roten Pigments an Wundstellen bei *Amaryllis vittata*, ebendas. *29*, 132 (1911).

Pollacci G. und L. Buscalioni: Le antocianine ed il loro significato biologico nelle piante, 1903.

Portheim L., v. und E. Scholl: Untersuchungen über die Bildung und den Chemismus von Anthokyanen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. *26a*, 480 (1908).

Richter, O.: Über Anthokyanbildung in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Medizin. Klinik 1907, Nr. 34.

Vouk, V.: Einige Versuche über den Einfluß von Aluminiumsalzen auf die Blütenfärbung. Öst. bot. Zeitschr. Nr. 6 (1908).

Weevers, Th.: Die physiologische Bedeutung einiger Glukoside, Recueil des Travaux bot. Néerland. Vol. VII (1910).

Kurze Notizen in bezug auf die Anthokyanbildung in jungen Schößlingen der tropischen Pflanzen. Annales du Jardin. Bot. de Buitenzorg. 2. Suppl. III (1909).

Weigert, L.: Beiträge zur Chemie der roten Pflanzenfarbstoffe. Jahresber. d. k. k. önol. u. pomol. Anst. zu Klosterneuburg, 1894/95.

Wheldale M., Miss: On the nature of anthocyanin Proceed. of the Cambridge. Phil. Soc. Vol. XV (1909).

On the formation of Anthocyanin. Journ. of Genetics. Vol. I, Nr. 2 (1911).

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. VII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze

(II. Teil)

von

Hans Molisch,

w. M. k. Akad.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.
Nr. 19 der zweiten Folge.

(Mit 4 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1911.)

I.

In einer vor kurzem veröffentlichten Abhandlung habe ich den Einfluß des Tabakrauches auf Mikroorganismen und die Keimpflanze geprüft und geschildert.[1] Dieser Einfluß ist, wie sich ergab, ein sehr bedeutender, denn verschiedene Mikroorganismen[2] werden oft schon nach kurzer Einwirkung geschädigt oder getötet und gewisse Keimpflanzen lassen an ihrem abnormen Wachstum, an ihren Richtungsänderungen und an anderen Einzelheiten die schädliche Einwirkung des Tabakrauches alsbald erkennen. Es entsteht nun die Frage, ob die abnormen Erscheinungen, die die Keimpflanze gegenüber

[1] Molisch H., Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. Diese Sitzungsberichte, Bd. CXX, Abt. I, Jänner 1911.

[2] Als Ergänzung zu der von mir in meiner Abhandlung zitierten Literatur führe ich noch die vor kurzem erschienene Arbeit von G. Cavallaro an: »Il tabacco nella profilassi orale«. Bolletino tecnico della Coltivazione dei tabacchi. IX., 1910, 2. Heft, p. 57. Herrn Dr. K. Preissecker, der mich auf diese Abhandlung aufmerksam gemacht hat, sage ich meinen besten Dank.

dem Tabakrauch zeigt, auch bei Pflanzen in vorgerückteren Entwicklungsstadien auftreten und ob die entwickelte Pflanze auch jene hochgradige Sensibilität bekundet wie die Keimpflanze.

Der schon in meiner ersten Abhandlung über den Tabakrauch erwähnte Brauch der Gärtner, kleine Gewächshäuser behufs Tötung von Blattläusen mit Tabakrauch zu räuchern, ließ vermuten, daß sich die erwachsene Pflanze vielleicht doch anders verhalten dürfte als der Keimling. Andrerseits war es von vornherein nicht leicht verständlich, warum die erwachsene Pflanze sich so ganz anders benehmen und vom Tabakrauch unbeeinflußt bleiben sollte. Der Gegenstand beansprucht theoretisches und praktisches Interesse und deshalb beschloß ich ihn zu untersuchen.

Bezüglich der Methodik sei bemerkt, daß sie im wesentlichen dieselbe war wie bei meinen Versuchen mit Keimpflanzen, weshalb ich einfach darauf verweise.[1] Hier sei zur Orientierung nur folgendes kurz hervorgehoben:

Die zu untersuchende Topfpflanze wurde auf einen umgekehrten Glasnapf, der auf einer glasierten Tonschale lag, gestellt. Darüber kam ein unten mit Wasser abgesperrter Mikroskopsturz oder ein anderer Glassturz. Das Bedecken mit diesem wurde vor einem Fenster im Freien vorgenommen, um die Glocke mit reiner Luft zu füllen. Dasselbe geschah auch mit dem Kontrollversuch. Am Beginn jedes Versuches wurden durch ein gebogenes Glasrohr je drei Züge Tabakrauch einer Zigarette (»Sport«) oder einer Zigarre (»Kurze«) eingeblasen und diese Prozedur wurde bei längerer Versuchsdauer nach Ablauf von 3 Tagen immer wiederholt und bei dieser Gelegenheit auch der Glassturz der Kontrollpflanze wieder mit reiner, frischer Luft gefüllt. Die Versuche standen im Experimentierraum des Gewächshauses. Die sengende Wirkung des direkten Sonnenlichtes wurde durch entsprechende Schattierung des Gewächshauses oder durch Filtrierpapier an der Innenseite des Glassturzes hintangehalten. Die verwendeten Glasglocken hatten ein Innenvolum von $4^1/_2$ bis 7 *l*. Wenn nichts Besonderes

[1] Molisch H., l. c., p. 3.

angegeben ist, war die Methodik die eben erwähnte. Die Temperatur war im allgemeinen die eines mäßig temperierten Gewächshauses; im Winter 14 bis 20° C., im Sommer 18 bis 25° C.

II. Versuche mit verschiedenen Topfpflanzen.

Boehmeria polystachya Hort.

Zwei möglichst gleiche, etwa 15 *cm* hohe Topfpflanzen. Die eine in Rauchluft, die andere in reiner Luft. Beginn des Versuches am 6. März 1911.

Nach 1 Monat hatten sich beide Pflanzen annähernd gleich entwickelt. Die Rauchpflanze war um ein Unbedeutendes kleiner und ihr Stengel in dem zugewachsenen Teile etwas dicker. Ein weiterer auffallender Unterschied war der, daß die Pflanze im Rauch am Stengel zahlreiche schneeweiße bis 5 *mm* im Durchmesser messende Lenticellenwucherungen aufwies, die der Kontrollpflanze vollständig fehlten.

Am 6. April 1911 wurde derselbe Versuch mit zwei neuen Pflanzen wiederholt. Am 5. Mai, also etwa einen Monat später, zeigte es sich, daß beide Pflanzen gut weitergewachsen waren, aber sie zeigten gewisse Unterschiede. Bei der Rauchpflanze waren die neu entstandenen Blätter etwas kleiner, die Stengel der Haupt- und der Seitensprosse mit Luftwurzeln und großen (4 bis 7 *mm*) Lenticellenwucherungen bedeckt, die Guttationstropfen ausschieden. Davon war bei der Pflanze in reiner Luft nichts zu sehen.

Tolmiea Menziesii.

Zwei junge Pflanzen, mit dem Mutterblatt und dem daraus hervorsprossenden, mit 4 Blättern versehenen Trieb. Beginn des Versuches am 5. April 1911, Ende am 17. Mai 1911.

Die Rauchpflanze wuchs annähernd so wie die in reiner Luft, nur waren die Blätter der ersteren ein wenig kleiner. Der Versuch wurde 1 Monat später wiederholt und ergab dasselbe Resultat.

Selaginella Martensii.

Zwei Topfpflanzen, etwa 18 *cm* hoch. Beginn des Versuches am 6. März 1911. In der Entwicklung zeigte sich nach 1 Monat nur insofern ein Unterschied als die Luftwurzelentwicklung bei der Pflanze in reiner Luft etwas vorgeschrittener war als bei der Rauchpflanze.

Tradescantia guianensis.

Zwei Topfpflanzen. Stengel 14 *cm* hoch. Nach einmonatlicher Versuchsdauer zeigte sich in der Entwicklung kein wesentlicher Unterschied, die Rauchpflanze war nicht geschädigt. Mehrfache Wiederholung des Versuches ergab dasselbe Resultat.

Eupatorium adenophorum.

Junge Topfpflanzen. Stengel etwa 12 *cm* lang. Während der einen Monat währenden Versuchsdauer entwickelten sich beide Pflanzen annähernd gleich, doch war der Stengel der Rauchpflanze stärker in die Dicke gewachsen.

Goldfussia glomerata.

Zwei Topfpflanzen, etwa 16 *cm* hoch. Beginn des Versuches 6. März 1911. Nach 8 Tagen fallen bei der Rauchpflanze zwei Blätter und das junge Gipfelinternodium mittels Trennungsschichte ab. Nachher entwickelt sich an Stelle des Gipfeltriebes ein seitlicher. Nach 1 Monat ist die Rauchpflanze im Wachstum, verglichen mit der Kontrollpflanze, merklich zurückgeblieben, außerdem ist bei der Rauchpflanze der Stengel mit weißen Pusteln, d. i. mit Lenticellenwucherungen reich besetzt, ganz ähnlich, wie dies in entsprechenden Versuchen bei *Boehmeria* zu bemerken war.

Goldfussia isophylla.

Zwei reichbeblätterte, etwa 13 *cm* hohe Topfpflanzen. Beginn am 6. März 1911. In den ersten 2 Wochen fallen bei der Rauchpflanze die meisten Blätter ab. Die übrigbleibenden und sich neu entwickelnden Blätter nehmen eine gelblichgrüne

Farbe an, während diese bei der Pflanze in reiner Luft tiefgrün ist. Die Rauchpflanze wurde also sichtlich geschädigt.

Echeveria Scheideckeri.

Zwei Topfpflanzen mit etwa 11 *cm* breiter Blattrosette. Beginn des Versuches am 5. April 1911. $1^1/_2$ Monate später haben beide Pflanzen wegen der Kultur im feuchten Raume ihre Blattrosette aufgelöst und sehr deutliche Stengelglieder entwickelt.[1] Der Stengel der Rauchpflanze war im Wachstum stark zurückgeblieben; er war am Ende des Versuches 15 *cm*, der der Kontrollpflanze 18 *cm* lang. Auffallend war der Farbenunterschied der Blätter. Die der Rauchpflanze waren trübgrün, die der Kontrollpflanze grasgrün. Es war deutlich zu sehen, daß die letztere einen dickeren Wachsüberzug gebildet hatte als die Rauchpflanze.

Impatiens Sultani.

Zwei junge Topfpflanzen, jede mit zehn Blättern. Beginn des Versuches am 5. April 1911. Nach einem Tag schon waren die jüngeren Blätter der Rauchpflanze herabgebogen. Die Erscheinung habe ich auch, wenn auch in minderem Grade, bei *Tradescantia guianensis* und *Goldfussia glomerata* gesehen; ich werde in einem eigenen Abschnitt darauf speziell zurückkommen und diesen Punkt eingehender behandeln. Aufgefallen ist mir ferner, daß die Blätter im Rauch etwas dunkler grün erscheinen, ich habe aber nicht untersucht, ob dies auf einer Infiltration der Interzellularen infolge des gesteigerten Turgors, auf einer Verlagerung der Chlorophyllkörner oder einer anderen Ursache beruht.

Beide Pflanzen waren gut gewachsen und der Stengel der Rauchpflanze war entschieden dicker.

Strobilanthes Dyerianus.

Zwei gut bewurzelte Pflanzen, etwa 10 *cm* hoch. Beginn des Versuches am 3. Mai 1911. Nach 20 Tagen war die Rauch-

[1] Wiesner J., Formänderungen von Pflanzen bei Kultur im absolut feuchten Raum und im Dunkeln. Berichte der Deutsch. bot. Ges. 1891, p. 48.

pflanze im Längenwachstum um etwa 2 *cm* zurückgeblieben und die Anthokyanbildung war überaus stark gehemmt, denn während die Pflanze in reiner Luft tief violettrote Blätter bildete, waren die der Rauchpflanze nur wenig rot gefärbt. Die Hemmung der Anthokyanbildung war bei der Rauchpflanze in hohem Grade auffallend.

Wenn wir die bisher gemachten Versuche überschauen, so zeigt sich, daß zwar auch die dem Keimlingsstadium entrückte Pflanze durch den Tabakrauch geschädigt werden kann, mitunter sogar in bedeutendem Grade, daß aber im allgemeinen jene außerordentliche Empfindlichkeit, wie wir sie bei gewissen Keimlingen, wie Wicke, Erbse, Kürbis und Bohne, oder gar bei Mikroorganismen festgestellt haben, nicht zu bemerken ist. Immerhin zeigen unsere Versuchspflanzen, obwohl sie zum großen Teil in Rauchluft nicht schlecht wuchsen und nicht in erheblichem Grade hinter denen in reiner Luft zurückblieben, doch einige auffallende Beeinflussungen.

Lenticellenwucherungen. *Boehmeria*- und *Goldfussia*-Stengel wurden in Rauchluft zu lebhaften Lenticellenwucherungen angeregt, die bei *Boehmeria* eine sehr bedeutende Größe erreichen und auch nicht selten Guttationstropfen auspressen. Ähnliche Wucherungen hat auch O. Richter[1] bei der Kartoffelknolle unter dem Einfluß der Laboratoriumsluft und des Leuchtgases konstatieren können und daraus geht hervor, daß der Tabakrauch auch in dieser Beziehung ganz ähnlich wie mit Leuchtgas verunreinigte Luft wirkt.

In eklatanter Weise läßt sich der Einfluß des Tabakrauches auf derartige Wucherungen bei ein- und zweijährigen nackten Zweigstücken (Stamminternodien) von verschiedenen Holzgewächsen, z. B. bei *Salix rubra* dartun. Wenn man im Monat Juni fingerdicke heurige Stamminternodien der genannten *Salix*-Art im dunstgesättigten Raum dem Tabakrauch aussetzt, so bilden sich schon nach 3 Tagen so reichlich

[1] Richter O., Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre von Narcotica. Lotos 1908, 56. Bd., Heft 3.

weiße Lenticellenwucherungen, daß der Stamm damit wie übersät erscheint. Zu dieser Zeit waren in der reinen Luft nur einzelne hervorbrechende Nebenwurzeln und noch keine Wucherungen zu bemerken.

Bei *Sambucus nigra*-Internodien entwickelten sich im Juni zuerst in reiner Luft wie in der Rauchluft Wucherungen, aber nach 7 Tagen war die Förderung derselben in der Rauchluft

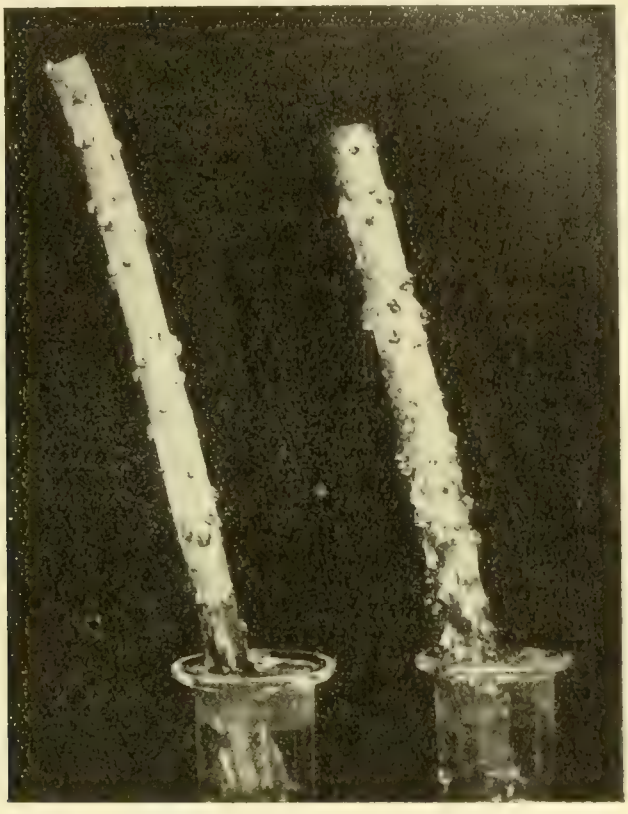


Fig. 1. *Sambucus nigra.*

Links Kontrollzweig, rechts Zweig in Tabakrauchluft. Im Tabakrauch erscheinen die Lenticellenwucherungen gefördert und mit ausgepreßten Tropfen bedeckt.

doch unverkennbar, auch traten hier aus den Lenticellenwucherungen einjähriger Zweigstücke reichlich Guttationstropfen hervor. Fast jede Lenticelle war bei *Sambucus* mit ziemlich großen wasserklaren Tropfen besetzt, während in reiner Luft davon nichts oder viel weniger zu sehen war. Siehe Fig. 1. Dies deutet auf einen großen osmotischen Druck der das Wasser ausscheidenden Zellen.

Bekanntlich wurden derartige Lenticellenwucherungen bei verschiedenen Holzgewächsen im feuchten Raum schon vor

längerer Zeit von v. Tubeuf genauer beobachtet und in ausgezeichneter Weise abgebildet.[1] Der genannte Autor gab der Meinung Ausdruck, daß hier die erhöhte Feuchtigkeit als Reiz wirke und dies ist wohl sicher richtig. Meine Versuche lehren aber noch des weiteren, daß auch chemische Reize Lenticellenwucherungen hervorrufen können, und zwar in erhöhtem Maße als bloße Feuchtigkeit. Wenn v. Tubeuf im feuchten Leuchtgas negative Resultate (p. 410) und kein Wachstum mehr beobachtet hat, so lag das wahrscheinlich in der von ihm angewandten allzugroßen Konzentration des Leuchtgases. Verwendet man aber Leuchtgas in bedeutender Verdünnung, etwa $^1/_2$ %, so erhält man ausgezeichnete Resultate, oft noch bessere als mit Tabakrauch. Die besprochenen Lenticellenwucherungen entstehen am Stengel regellos. Bei Zweigen von *Plectranthus fruticosus* und *Bochmeria polystachya* aber treten neben den regellos auftretenden Wucherungen auch solche an ganz bestimmten Stellen, nämlich rechts und links von der Insertionsstelle des Laubblattes auf. Bei *Plectranthus* sind es je eine bis zwei.

Bei *Peristrophe speciosa* erscheinen weiße vorspringende Wucherungen sogar längs der vier Kanten des Stengels lokalisiert.

Die Lenticellenwucherungen und die mitunter zu beobachtende Infiltration der Blätter mit Wasser deutet auf eine Steigerung des Turgors in den Zellen bei den Rauchluftpflanzen hin und ich glaube, daß auch der bei vielen Pflanzen infolge der Rauchluft eintretende Blattfall wahrscheinlich mit der Steigerung des Turgors zusammenhängt.

Bei einzelnen der geschilderten Versuche war ferner zu beobachten, daß sich die Blätter aus ihrer horizontalen Lage abwärts krümmten, eine Bewegung, die im folgenden Kapitel speziell erörtert werden soll.

---

[1] v. Tubeuf, C., Über Lenticellenwucherungen [illegible] an Holzgewächsen. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift. 10. Heft, 1898, p. 405 bis 414.

III. Über chemonastische Blattbewegungen im Tabakrauch.

Chemonastische Krümmungsbewegungen kommen bekanntlich in schönster Ausbildung bei fleischfressenden Pflanzen vor. Durch diffuse chemische Reize, wie sie von abgetöteten Insekten und verschiedenen organischen und anorganischen Stoffen wie Eiweiß, beziehungsweise Ammoniumsalzen, Phosphaten und anderen Körpern ausgeübt werden, werden die Tentakeln von *Drosera* oder die Blattränder von *Pinguicula* zu Krümmungsbewegungen veranlaßt.

Auch können in den Blattgelenken von *Mimosa pudica*[1] durch Chloroform und bei Ranken durch Chloroform, Ammoniak oder verdünnte Jodlösung Krümmungsbewegungen ausgelöst werden.

Wächter[2] hat eine chemonastische Bewegung im Tabakrauch zuerst an *Callisia repens*, einer *Comelinacee* beobachtet. Er fand, daß die Blätter dieser Pflanze im Laboratorium eine andere Lage zur Achse einnehmen als im Warmhaus. »Während normalerweise die Blätter annähernd unter einem Winkel von 90° am Stengel inseriert sind, beobachtet man im Arbeitsraum, daß sich die Blätter nach wenigen Tagen senken und sich mehr oder weniger dicht an den Stengel anpressen.« Eine genauere Analyse dieser Erscheinung ergab, daß die in der Luft des Laboratoriums vorhandenen gasförmigen Verunreinigungen, also die sogenannte Laboratoriumsluft die Ursache dieser Blattbewegung war. Direkte Versuche zeigten, daß Leuchtgas, Äther, Formamid, Acetonitril und Zigarettenrauch das Herabklappen der Blätter nach 1 bis 2 Tagen bewirkten. Der genannte Autor konnte diese Bewegung nur an *Callisia repens* beobachten, aber nicht an anderen Pflanzen, selbst nicht an den nahe verwandten *Tradescantia*-Arten.

Die Erscheinung ist aber nach meinen Erfahrungen verbreiteter und soll durch neue Beispiele illustriert werden.

[1] Pfeffer W., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., II. Bd., p. 462. — Correns, Botan. Zeitg., 1896, p. 16.

[2] Wächter W., Chemonastische Bewegungen der Blätter von *Callisia repens*. Ber. d. Deutsch. botan. Ges., Jahrg. 1905, Bd. XXII, Heft 8, p. 379.

Splitgerbera biloba.

Wenn man nach der im I. Kapitel angegebenen Methodik Topfpflanzen oder Zweige der genannten Pflanze dem Tabakrauch aussetzt, so verlassen innerhalb 1 bis 2 Tagen die noch wachstumsfähigen Blätter ihre normale horizontale Lage und krümmen sich nach abwärts (siehe Fig. 2). Die Blätter der in

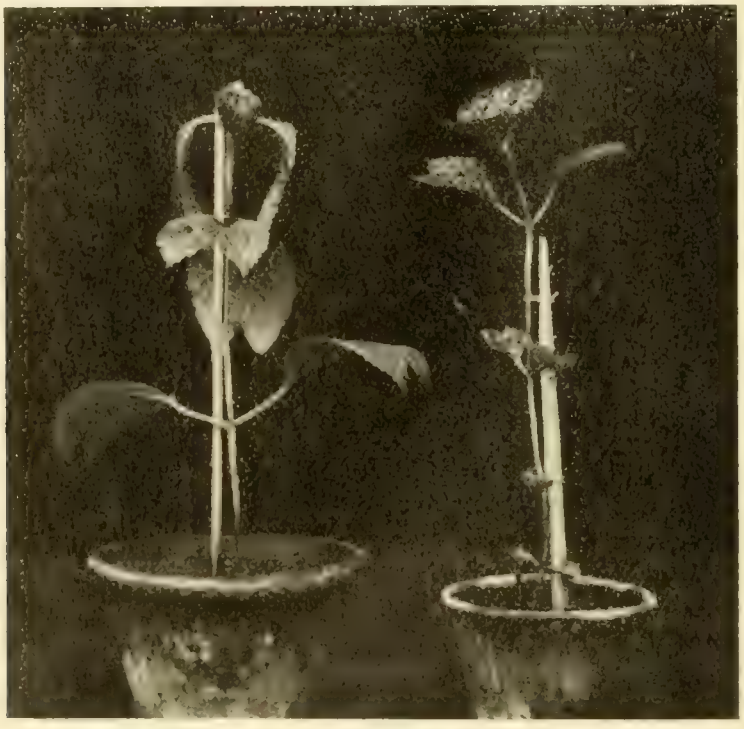


Fig. 2. *Splitgerbera biloba.*

Pflanze links in Tabakrauchluft. Die jungen Blätter haben sich innerhalb 48 Stunden nach abwärts gesenkt.

Pflanze rechts in reiner Luft. Die Blätter stehen normal, schief nach aufwärts gerichtet.

reiner Luft befindlichen Kontrollpflanze behielten ihre normale horizontale Lage bei. Nachdem die chemonastischen Blätter die vertikale Lage nach abwärts erreicht hatten, wurde die Rauchpflanze wieder ins Warmhaus unter normale Verhältnisse gebracht. Hier nahmen die Blätter ihre normale horizontale Lage innerhalb 24 Stunden wieder ein, das zweitjüngste Blattpaar sogar schon nach 6 Stunden.

Boehmeria utilis.

Diese Pflanze zeigt die chemonastischen Blattbewegungen ebenfalls in ausgezeichneter Weise.

Zwei in Blumentöpfen befindliche Pflanzen wurden am 10. Juni 1911 zum Versuch verwendet. Sie standen beide im diffusen Lichte.

Schon nach 24 bis 48 Stunden waren die noch wachstumsfähigen Blätter herabgekrümmt und in den folgenden Tagen ging die Krümmung noch über die Vertikale hinaus, oft so weit, daß an einzelnen Blättern eine schneckenartige Einrollung der Blattspreite eintrat.

Die Abwärtskrümmung des Blattes vollzieht sich hauptsächlich durch den basalen und den apikalen Teil des Blattstieles und wenn die Lamina sich spiralig einrollt, auch durch diese.

Boehmeria polystachya. Lindl.

Beginn des Versuches am 23. Juni. Bereits 24 Stunden später zeigt sich der Einfluß des Tabakrauches; die Blätter sind nach abwärts gebogen. Die Erscheinung ist hier ganz deutlich, aber doch nicht so auffallend wie bei der vorigen Art. Die Farbe der Blätter im Tabakrauch war dunkler als in reiner Luft.

Goldfussia glomerata.

Die Blätter senken sich unter dem Einfluß des Tabakrauches. Die chemonastische Wirkung ist aber nicht gar so auffallend wie etwa bei *Splitgerbera* oder *Boehmeria utilis*. Über das sonstige Verhalten dieser Pflanze im Tabakrauch vergleiche das auf p. 816 Gesagte.

Peristrophe speciosa hort.

Die chemonastische Einwirkung des Tabakrauches ist auch hier zu beobachten, allein die Blätter fallen nach 3 bis 4 Tagen schon ab. An einzelnen Blättern entstehen an der Oberseite sowohl in reiner Luft als in solcher mit Tabakrauch weiße, 2 bis 3 *mm* große Intumeszenzen von der Art wie sie

Steiner[1] gleichfalls bei einer Acanthacee, bei *Ruellia formosa* Andrews und *Aphelandra Porteana* Morel beobachtet hat. Chemonastische Krümmungen, wenn auch nicht besonders auffallend, lassen sich im Tabakrauch noch bei anderen Pflanzen beobachten, so bei *Impatiens parviflora*, *I. Sultani* und bei der Urticacee *Parietaria officinalis*, wie denn überhaupt viele Urticaceen zu chemonastischen Bewegungen in unreiner Luft befähigt zu sein scheinen. Relativ deutlich treten solche Krümmungen der zuletzt genannten Pflanzen mit frisch abgeschnittenen Zweigen ein, da bei solchen Versuchen die absorbierende, reinigende Wirkung der porösen Blumentopferde und des Blumentopfes selbst wegfällt und der Tabakrauch energischer wirkt.

Hervorheben möchte ich, daß alle meine Versuchspflanzen, die im Tabakrauch chemonastische Blattbewegungen zeigen, auch nyktinastische Krümmungen vollführen und daß daher der Beobachter dies bei der Beurteilung der Natur dieser Bewegungen sorgfältig beachten muß.

Ist die Chemonastie scharf ausgeprägt wie bei *Bochmeria utilis* und *Splitgerbera*, dann bleiben die Blätter gewöhnlich, solange der Tabakrauch wirkt, dauernd in der gesenkten Lage. Äußert sich der Einfluß des Tabakrauches schwächer, so können die Blätter bei der Tagesbeleuchtung wieder wenigstens zum Teil in ihre normale Lage zurückkehren; allein gegen Abend nehmen sie die gesenkte Stellung[2] viel früher als in reiner Luft wieder an. Chemonastie und Nyktinastie wirken dann gleichsinnig zusammen und addieren sich in ihren Wirkungen.

Gewisse schlafende Pflanzen, die keine oder nur undeutliche chemonastische Krümmungen zeigen, beginnen gegen Abend im Tabakrauch ihre Schlafbewegungen viel früher als in reiner Luft, *Oxalis Acetosella* um 1 bis 2 Stunden früher. Der Eintritt der Schlafbewegung wird also durch den Tabak-

[1] Steiner R., Über Intumeszenzen bei *Ruellia formosa* etc., Ber. der Deutsch. bot. Ges., XXIII, 1905, p. 105.

[2] In Pfeffer's Pflanzenphysiologie, II. Aufl., 2. Bd., p, 484 heißt es irrtümlich, daß sich bei *Impatiens parviflora* die Blätter abends erheben. Ich finde bei dieser Art und *I. Sultani* das Gegenteil.

rauch etwas verschoben, und zwar in diesem Falle beschleunigt. Nach unseren derzeitigen Erfahrungen darf es nicht überraschen, daß auch andere Stoffe, z. B Leuchtgas und schwächer Pyridin chemonastisch auf die Blätter wirken. Hingegen ruft Nicotin bei *Boehmeria* keine Chemonastie hervor.

Das Verhalten von *Boehmeria utilis* und *Splitgerbera* in einer Atmosphäre, bestehend aus Luft mit $^1/_2\,^0/_0$ Leuchtgas ist im wesentlichen dasselbe wie im Tabakrauch. Auch hier senken sich die Blätter schon im Laufe eines Tages nach abwärts, gehen über die Vertikale hinaus und rollen sich sogar

Fig. 3. *Boehmeria utilis.*

Pflanze links in reiner Luft, Pflanze rechts in unreiner Luft (Laboratoriumsluft). Die Blätter der letzteren sind nach abwärts und teilweise spiralig gekrümmt.

mit ihrer Lamina schneckenförmig ein, wenn sie nicht schon früher abfallen.

Stellt man *Boehmeria utilis*-Topfpflanzen in ein Arbeitszimmer, das mit Spuren von Leuchtgas, Heizgasen oder anderen Gasen verunreinigt ist, so treten nach einem Tag auffallende chemonastische Krümmungen auf. Ebenso wie *Callisia* kann auch die genannte *Boehmeria* als ein feiner Indikator für reine und unreine Luft bezeichnet werden, da sie Spuren von schädlichen Dämpfen und Gasen in der Luft eines Zimmers oder Laboratoriums prompt durch die Lage ihrer Blätter anzeigt (Fig. 3).

Nun wird das eigenartige krankhafte Aussehen mancher Pflanzen, die in Wohnräumen, Schaufenstern oder Restaurants

stehen und die in unreiner, von Spuren von Leuchtgas, Tabakrauch und anderen schädlichen Stoffen erfüllten Luft gehalten werden, verständlich. Es ist jedem Gärtner bekannt, daß viele Pflanzen in solchen Räumen ihre Blätter nach kurzer Zeit teilweise oder ganz abwerfen, ihre Blätter senken oder verkrümmen. Gewitzigt durch diese Erfahrung empfehlen sie nur sogenannte »harte«, d. h. sehr widerstandsfähige Pflanzen für dergleichen Räume: gewisse Palmen, *Dracaena*, *Aletris*, *Philodendron*, *Curculigo*, *Aspidistra* und andere.

Selbstverständlich erschweren noch andere Faktoren das gute Gedeihen solcher Zimmerpflanzen: mangelhafte Beleuchtung, allzu große Trockenheit der Luft, Staub und unzeitgemäßes Begießen. Allein, daß hierbei die unreine Luft eine große Rolle, oft die Hauptrolle spielt, kann nunmehr wohl keinem Zweifel unterliegen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf die eigenartige Stellung der Wedel (Zweigsysteme) von *Araucaria excelsa*, die bei längerem Aufenthalt in Räumen mit unreiner Luft zu beobachten ist, aufmerksam machen. Während die Wedel dieser *Araucaria* bei normaler Kultur im Gewächshaus ihre normale Stellung annehmen, d. h. von der primären Hauptachse ungefähr rechtwinkelig abstehen, also eine horizontale Lage aufweisen, senken sich die Wedel in unreiner Luft mit ihrer Endhälfte oft 45 bis 90° nach abwärts. Ich habe wegen der Kostspieligkeit der Pflanze keine speziellen Versuche über diese Bewegung gemacht, aber es erscheint mir nach all meinen Erfahrungen nicht unwahrscheinlich, daß bei dieser Senkung der Seitenäste Chemonastie infolge von verunreinigter Luft im Spiele ist.

IV. Über den Einfluß des Tabakrauches auf den Blattfall.

Schon bei dem im Kapitel II auf p. 816 mitgeteilten Versuch (*Goldfussia*) hat sich gezeigt, daß der Tabakrauch Blattfall hervorrufen kann. Es war von vornherein wahrscheinlich, daß dies nicht etwa eine Ausnahme darstellt, sondern, daß sich namentlich bei Holzgewächsen dieser Einfluß noch deutlicher

zeigen dürfte, um so mehr als ja in jüngster Zeit Fitting[1] dargetan hat, daß verschiedene Stoffe wie Kohlensäure, Chloroform, Ätherchloroformdämpfe und auch Tabakrauch die Entblätterung von Blüten in hohem Grade beschleunigen. So fielen die Blumenblätter von *Geranium pyrenaicum* bei Einwirkung sehr kleiner Mengen Tabakrauch nach 4 bis 6 Stunden ab, ähnlich wie unter dem Einfluß des Leuchtgases.

Mimosa pudica.

Zwei junge Pflanzen mit den beiden Kotyledonen und je vier gefiederten Blättern. Beginn des Versuches am 27. April 1911. Einen Tag später ist die Rauchpflanze weniger reizbar, die Fiederblättchen eines Blattes stehen nicht in einer, sondern wie bei kränklichen Pflanzen in verschiedenen Ebenen. Am 1. Mai, also 4 Tage nach Beginn des Versuches waren sämtliche Fiederblättchen und die Hauptblattstiele bei der Rauchpflanze abgefallen. Die Pflanze in reiner Luft blieb reizbar und intakt.

Derselbe Versuch, begonnen am 3. Mai. Unmittelbar nach dem Einblasen des Tabakrauches ist nichts Auffallendes zu bemerken. Auch nach mehreren Stunden nicht. Einen Tag später treten die Blätter in die Starre ein und 24 Stunden später fallen sie ab. Am 6. Mai war die Rauchpflanze vollständig entblättert, die Kontrollpflanze aber war ausgezeichnet reizbar und intakt.

Wenn man derartige Versuche im Sommer bei günstiger Temperatur macht, so gelingen sie noch besser. Es treten dann schon nach 6 Stunden Starrezustände der Fiederblättchen ein, die normale Schlafstellung der Fiederblättchen bleibt aus, sie erscheinen ganz deformiert, die Blattstiele, die die Fiederblättchen tragen, krümmen sich nach abwärts und bilden mit dem Hauptblattstiel stumpfe, rechte und spitze Winkel. Schon nach 24 Stunden fallen einzelne Fiederblättchen ab und nach weiteren 24 Stunden, also innerhalb einer nur 48stündigen Versuchszeit sind alle Fiederblättchen samt den Blattstielen

[1] Fitting H., Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten. Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik. 49. Bd., 1911, p. 187.

erster und zweiter Ordnung abgefallen, so daß die Pflanze vollständig entblättert dasteht.

Syringa vulgaris.

Die Versuche wurden, wie bei allen Holzgewächsen, mit abgeschnittenen, beblätterten Zweigen durchgeführt. Je zwei 15 bis 30 *cm* lange Zweige wurden in ein Glasgefäß mit Hochquellwasser eingestellt und ganz in derselben Weise wie bei den vorhergehenden Experimenten unter Glasglocken reiner Luft und Tabakrauch ausgesetzt.

Beginn des Versuches am 1. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
3. Juni	1	10	
5. »	1	11	
6. »	1	12	
8. »	1	23	Zweige der Rauchpflanze vollständig entblättert

Rosa sp.

Beginn des Versuches am 1. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
3. Juni	0	7	
4. »	0	13	
5. »	0	16	Es haben sich nicht nur die Hauptblattstiele, sondern auch die Fiederblättchen abgelöst. Die Zweige in Rauchluft waren nunmehr ganz nackt, während die in reiner Luft noch vollständig intakt waren.

Acer monspessulanum.

Beginn des Versuches am 1. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
3. Juni	0	3	
4. »	0	8	
5. »	0	14	
6. »	0	16	Die Zweige in Rauchluft sind nun ganz entblättert.

Caragana arborescens.

Beginn des Versuches am 9. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
11. Juni	0	153 Fiederblättchen und 3 gemeinsame Blattstiele	Der Versuch ist in hohem Grade bemerkenswert. Schon nach 48 Stunden waren alle Fiederblättchen abgefallen.
12. »	0		
14. »	0		

Philadelphus coronarius.

Beginn des Versuches am 9. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
12. Juni	0	2	
20. »	0	6	
27. »	1	10	

Robinia Pseudacacia.

Beginn des Versuches am 10. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
11. Juni	0	0	
12. »	0	189 Fiederblättchen, 5 gemeinsame Blattstiele.	Der Sproß in der Rauchluft ist fast ganz kahl.

Robinia Pseudacacia.

Beginn des Versuches am 12. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
13. Juni	0	0	
14. »	0	314 Fiederblättchen, 4 gemeinsame Blattstiele	Etwa die Hälfte der Fiederblättchen fiel spontan, die andere bei schwacher Erschütterung ab. Die Zweige sind nahezu kahl.
16. »	154 Fiederblättchen 10 gemeinsame Blattstiele	321 Fiederblättchen, 11 gemeinsame Blattstiele	
17. »	167 Fiederblättchen 10 Blattstiele		
19. »	202 Fiederblättchen 12 Blattstiele		
21. »	210 Fiederblätter 12 Blattstiele		Nunmehr sind auch die Zweige in reiner Luft kahl.

Cytisus Laburnum.

Beginn des Versuches am 10. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
12. Juni	0	0	
16. »	0	93 Fiederblättchen, 38 Blattstiele	

Amorpha fructicosa.

Beginn des Versuches am 12. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
13. Juni	0	0	
14. »	0	0	
15. »	0	92 Fiederblättchen	
16. »	0	99 »	
17. »	0	140 »	
19. »	130 Fiederblättchen	155 »	Zweige nun fast kahl

Caragana arborescens.

Beginn des Versuches am 12. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
13. Juni	0	0	
14. »	0	308 Fiederblättchen	Zweige in Rauchluft fast kahl, nur die gemeinsamen Blattstiele haften noch, siehe Fig. 4.
18. »	1 Fiederblättchen		
19. »	6		
21. »	9		
26. »	69		
30. »	154		Versuch beendet, Zweige in reiner Luft noch ziemlich belaubt.

Halimodendron argenteum.

Beginn des Versuches am 12. Juni 1911.

Datum	Zahl der abgefallenen Blätter		Anmerkung
	In reiner Luft	In Rauchluft	
13. Juni	0	0	
14. »	0	260 Fiederblättchen	Zweige nunmehr kahl
16. »	150 Fiederblättchen	»	
17. »	250 »	»	

Aus den vorhergehenden Versuchen ergibt sich deutlich, daß der Tabakrauch einen ganz überraschenden Einfluß auf den Blattfall ausübt. Der Einfluß ist bei verschiedenen Pflanzen graduell verschieden, am größten bei den Blättern der Leguminosen: *Caragana arborescens, Robinia Pseudacacia, Halimodendron argenteum* und *Mimosa pudica* warfen bei günstiger Temperatur (20° C.) im dunstgesättigten Raume unter dem Einfluß des Tabakrauches ihre Fiederblätter binnen 48 Stunden ab.

Ich habe mich durch Versuche überzeugt, daß der Blattfall bei *Caragana* sogar, wenn auch langsamer, eintritt, falls man die Zweige mit einem Glassturz bedeckt, der nicht Tabakrauch, sondern nur Kondensationen desselben an der inneren Oberfläche enthält. Es ist das ein Glassturz, in den man drei Züge Tabakrauch einbläst, den man mit dem Tabakrauch 24 Stunden, mit Wasser abgesperrt, stehen läßt und der dann durch mehrmaliges Hin- und Herschwenken wieder mit reiner Luft gefüllt wird. Die an der Innenseite des Sturzes in Spuren haftenden Kondensationströpfchen des Tabakrauches genügen bereits, um den Blattfall noch stark zu beschleunigen. Es zeigt sich also hier eine ähnliche Empfindlichkeit gegenüber dem Tabakrauch, wie ich sie auch bei gewissen Keimlingen (Wicke) feststellen konnte.[1] Dabei ist zu bedenken, daß meine Versuche mit Holzgewächsen aus der Ordnung der Leguminosen im Mai und Juni gemacht

[1] Molisch H., Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. L. c., p. 7.

wurden, also zu einer Zeit, wo die Tendenz, die Blätter fallen zu lassen, noch nicht besteht. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß, wenn derartige Versuche später, etwa Ende September durchgeführt werden, die Zeiten, innerhalb welcher der Blattfall eintritt, sich noch mehr verkleinern dürften.

Wenn auch im Tabakrauch der Blattfall nicht so rasch eintritt, wie nach den Untersuchungen Fitting's das Abfallen

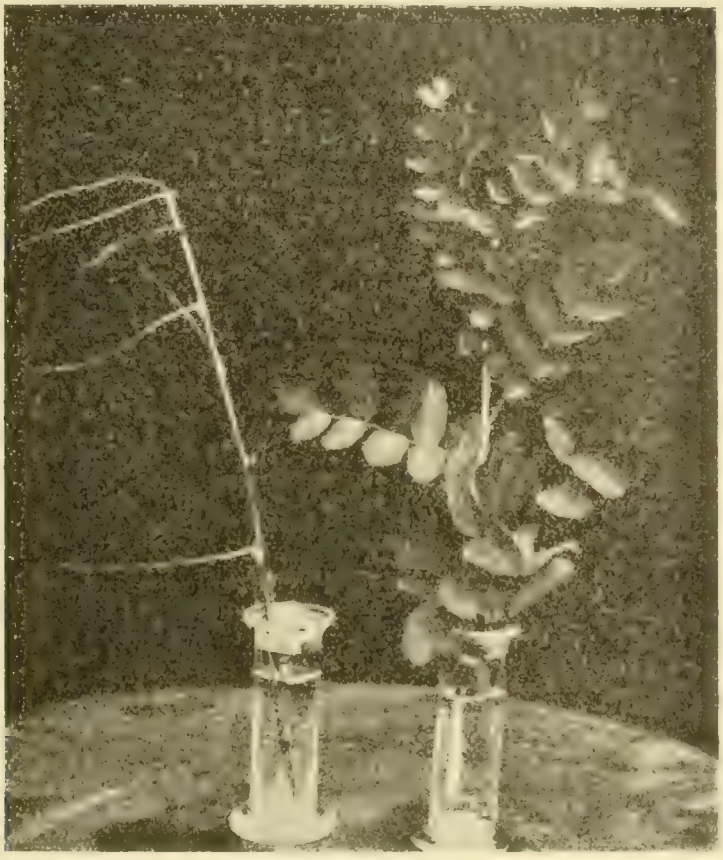


Fig. 4. *Caragana arboresceus.*

Zweig rechts in reiner Luft, Zweig links in Tabakrauchluft. Nach 48 Stunden hat dieser alle seine Fiederblättchen abgeworfen, während der andere noch vollständig intakt ist.

mancher Blütenblätter, so muß doch die Zeit von 48 Stunden, innerhalb welcher der Blattfall erfolgt, als eine relativ sehr kurze bezeichnet werden und meines Wissens ist bisher durch kein Mittel Laubfall binnen so kurzer Zeit hervorgerufen worden wie durch Tabakrauch. Auch Leuchtgas wirkt so und wahrscheinlich auch andere Stoffe, doch habe ich die Sache nicht weiter verfolgt, da Herr Dr. O. Richter diesen Teil meiner Untersuchungen übernommen hat.

Wiesner[1] hat bekanntlich gezeigt, daß bei Holzgewächsen durch Hemmung der Transpiration der Laubfall hervorgerufen werden kann und ich[2] habe im Anschluß daran dargetan, daß andere Faktoren, wie mangelhafte Wasserzufuhr, stagnierende Bodennässe und Lichtmangel zu demselben Resultat führen. In allen diesen Fällen aber bedarf es doch längerer Zeiten zum Blattfall als unter der Einwirkung des Tabakrauches.

Ähnlich wie Tabakrauch, nur etwas langsamer, wirkt auch Rauch von Papier und Holz, und sehr schwach Nikotin.[3]

Bei der so raschen Ablösung der Fiederblättchen der Leguminosen war es von Interesse, nachzusehen, welche Einrichtungen am Blattgrund getroffen sind, die zur Abtrennung führen. Ich untersuchte die Sache bei *Robinia Pseudacacia*, weil diese Pflanze relativ große Gelenke an den Fiederblättchen besitzt. Die Gelenke weisen in der Ablösungsfläche eine taillenartige Einschnürung auf, wie ich sie seinerzeit bei verschiedenen anderen Pflanzen beschrieben habe,[4] und die die Ablösung jedenfalls erleichtern muß. Eine besonders deutliche Trennungsschichte ist zur Zeit meiner Versuche nicht zu sehen. Immerhin sind die Zellen, innerhalb welcher die Ablösung erfolgt, etwas kleiner, etwas kollenchymatisch und stärkereicher als die der angrenzenden Parenchymlagen der Rinde. Auffallende anatomische Veränderungen waren zur Zeit der Ablösung nicht zu bemerken.

Bereits in meiner ersten Abhandlung über die Einwirkung des Tabakrauches auf die Pflanze habe ich zwei Erscheinungen namhaft gemacht, die auf eine Erhöhung der Turgeszenz im Tabakrauch hinweisen: die Stengel reißen der Quere oder Länge nach auf oder sie erscheinen infolge der Infiltration mit Wasser glasig. Ferner wurde in der vorliegenden Arbeit auf p. 821 gezeigt, daß unter dem Einfluß des Tabakrauches Lenti-

[1] Wiesner J., Über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. Diese Sitzungsberichte, 1871.

[2] Molisch H., Untersuchungen über Laubfall. Diese Sitzungsberichte, Jahrg. 1886, XCIII. Bd., p. 148.

[3] Bezüglich der Methodik vergleiche meine 1. Abhandlung über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. L. c., p. 13 bis 14.

[4] Molisch H., Untersuchungen über Laubfall. l. c., p. 31.

cellenwucherungen, die Guttationstropfen ausscheiden, entstehen. Unter diesen Verhältnissen darf man auch annehmen, daß der Tabakrauch den Turgor im Blattgrunde steigert und hiedurch jene Vorgänge, die zur Ablösung des Blattes führen, begünstigt und beschleunigt. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als wir ja durch Versuche Wiesner's[1] und durch meine[2] wissen, daß Pflanzen, die längere Zeit an Wassermangel litten und ihre Trennungsschichten vorbereiten, ihre Blätter, sobald sie dann plötzlich reichlich mit Wasser versehen werden, nach kurzer Zeit infolge rascher Turgorsteigerung abwerfen.

V. Schlußbemerkungen.

Bereits in meiner ersten Arbeit über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze habe ich mich mit der Frage beschäftigt, welche von den im Tabakrauch befindlichen Substanzen die pathologischen Wirkungen hervorbringt. Dabei hat sich das eigentlich nicht erwartete Resultat ergeben, daß das für den Tabakrauch spezifische und für die Menschen und die höheren Tiere so exquisit schädliche Nikotin für die pathologischen Veränderungen, die die Keimpflanzen im Tabakrauch erleiden, nicht oder nur in geringem Maße verantwortlich gemacht werden darf. So wie die Keimpflanze verhält sich, wie ich jetzt hinzufügen kann, auch die erwachsene Pflanze. Auch bei ihr ruft, soweit ich beobachten konnte, das Nikotin pathologische Erscheinungen unter meinen Versuchsbedingungen nicht oder nur in unbedeutendem Maße hervor.

Da die chemonastischen Blattbewegungen und der Laubfall, wie ich mich überzeugte, schon durch die an der Innenwand der Glasglocken haftenden Kondensationsprodukte des Tabakrauches hervorgerufen werden, so dürften es wohl diese in erster Linie sein, die die Pflanze beeinflussen. Bei der ungenügenden Kenntnis ihrer Zusammensetzung und unter Hinweis auf das in meiner ersten Abhandlung bereits Gesagte, dürfte es wohl derzeit äußerst schwierig sein zu sagen, ob die

[1] Wiesner J., Untersuchungen über die mechanische Wirkung des Regens auf die Pflanze. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. XIV, p. 340.

[2] Molisch H., l. c., p. 154.

innen an der Glaswand haftenden brenzlichen Öle, die absorbierten Gase oder irgend welche andere Stoffe die schädigende Wirkung bedingen.

In gärtnerischen Kreisen ist allgemein die Ansicht verbreitet, daß der Tabakrauch für die Pflanze unschädlich sei. Gewiß wird in einem Gewächshause mit gegenüber dem Tabakrauch resistenten Pflanzen der Gärtner, selbst wenn er hier täglich seine Pfeife raucht, keine in die Augen springenden Schäden bemerken. Und auch wenn in einem Pelargonium- oder Rosenhaus der Blattläuse wegen einmal ausgiebig geräuchert wird, erleiden die Pflanzen bekanntlich keinen Schaden. Ich möchte aber nach den in meinen beiden Abhandlungen niedergelegten Beobachtungen davor warnen, die gärtnerische Ansicht von der Unschädlichkeit des Tabakrauches zu verallgemeinern, denn darüber kann ja kein Zweifel mehr herrschen, daß der Tabakrauch selbst in verdünnter Form für viele Pflanzen schädlich ist. Es gibt Gewächse, die gegenüber dem Tabakrauch resistent sind, und dann gibt es andere, die wieder sehr empfindlich erscheinen. Viele von den letzteren können in Zimmern, Laboratorien, Restaurants, Schaufenstern, kurz in Räumen, wo sie oft und lange mit Tabakrauch in Berührung kommen, überhaupt nicht kultiviert werden. Sie werfen hier die Blätter ab oder zeigen, wenn sie die Blätter behalten, abnorme Lage der Blätter oder Verkrümmungen und ihr Wachstum läßt viel zu wünschen übrig. Ich bin weit entfernt davon, den Tabakrauch für das schlechte Gedeihen der Pflanzen in solchen Räumen allein verantwortlich zu machen, allein daß er dabei neben anderen Faktoren wie Lichtmangel, Staub, Leuchtgas, Trockenheit der Luft eine wichtige Rolle spielt, kann wohl nach meinen Versuchen nicht bezweifelt werden.

Daher muß davor gewarnt werden, pflanzenphysiologische Versuche in Laboratorien anzustellen, die öfter von Tabakrauch erfüllt werden. In solchen Räumen wachsen gewisse Keimlinge (Wicke, Linse, Erbse etc.) nicht normal, anstatt sich normal aufzurichten, wachsen sie unter gleichzeitiger abnormer Verdickung ihres Stengels horizontal oder schief. Auch die erwachsene Pflanze kann in solchen Räumen leiden und zeigt

allerlei abnorme physiologische Erscheinungen, mit denen zweifellos abnorme chemische Hand in Hand gehen. Man experimentiere daher, wenn möglich, in gut gelüfteten Räumen und mache sich von Leuchtgas, Tabakrauch und anderen schädlichen Verunreinigungen der Luft möglichst unabhängig.

VI. Zusammenfassung.

1. Die in der 1. Abhandlung des Verfassers durchgeführten Experimente über den Einfluß des Tabakrauches auf Mikroorganismen und auf die Keimpflanze haben ergeben, daß die Mikroorganismen im Tabakrauch alsbald geschädigt oder getötet werden und daß auch viele Keimpflanzen dem Tabakrauch gegenüber eine hochgradige Empfindlichkeit bekunden. In der vorliegenden Arbeit wurde geprüft, wie sich die erwachsene Pflanze im Tabakrauch verhält.

2. Das Verhalten war ein verschiedenes. Manche Gewächse, wie *Tradescantia guianensis*, *Selaginella Martensii*, *Tolmiaea Menziesii*, *Eupatorium adenophorum*, *Echeveria*-Arten, erleiden keine besonders merkbare Schädigung und wuchsen in mit sehr wenig Tabakrauch verunreinigter Luft, wenn auch häufig etwas gehemmt, gut weiter.

Andere Pflanzen aber geben den pathologischen Einfluß des Tabakrauches in höchst auffallender Weise zu erkennen:

a) Durch chemonastische Bewegungen der Blätter. Bringt man eine *Boehmeria utilis* oder *Splitgerbera biloba* unter eine mit Wasser abgesperrte Glasglocke von etwa $4^1/_2$ bis 7 *l* Inhalt und bläst man in dieselbe ein bis drei Züge einer Zigarette oder Zigarre, so bewegen sich die Blätter, die anfangs ungefähr im rechten Winkel zur Hauptachse, also horizontal standen, im Laufe der nächsten 24 bis 48 Stunden nach abwärts. Sie gehen dann oft über die Vertikale hinaus und rollen sich bei *Boehmeria utilis* spiralig ein. Derartige chemonastische Bewegungen zeigen auch, wenn auch in weniger auffallender Weise, die Blätter von *Boehmeria polystachya*, *Impatiens parviflora*, *J. Sultani* und *Parietaria officinalis*, besonders die Blätter abgeschnittener Zweige. Andere Pflanzen, wie z. B. *Tolmiaea Menziesii* lassen unter den angegebenen Bedingungen keine Chemonastie erkennen. Ähnlich wie Tabakrauch wirkte auf

Bochmeria utilis und *Splitgerbera biloba* auch Leuchtgas und eine mit diesem Gas und anderen schädlichen Stoffen verunreinigte Laboratoriums- oder Zimmerluft.

b) Durch Lenticellenwucherungen. Die von O. Richter durch Narkotika hervorgerufene abnorme Lenticellenbildung bei auskeimenden Kartoffeltrieben läßt sich bei diesen sowie bei zahlreichen anderen Pflanzen auch durch Tabakrauch erzeugen. Stengel von *Bochmeria polystachya* und *Goldfussia glomerata* entwickeln an ihrer Oberfläche oft bis $^1/_2$ *cm* große, weiße Lenticellenwucherungen, aus denen nicht selten Guttationstropfen hervorgepreßt werden. Ein- bis zweijährige Stamminternodien von *Salix rubra* und *Sambucus nigra* entwickeln sowohl in dunstgesättigter reiner Luft wie im Tabakrauch Lenticellenwucherungen, hier aber in bedeutenderem Maße und bei *Salix* auch viel früher. Bei *Sambucus* ist die Guttation in Rauchluft besonders begünstigt, fast jede Zelle ist hier mit einigen Tröpfchen oder einem einzigen großen Wassertropfen bedeckt. Es deutet dies auf große osmotische Drucke, die unter dem Einfluß des Rauches entstehen.

c) Durch den Laubfall. Viele Gewächse werfen in der mit Tabakrauch verunreinigten Luft die Laubblätter oft in überraschend kurzer Zeit ab. Insbesondere entledigen sich die Leguminosen, z. B. *Mimosa pudica*, *Caragana arborescens*, *Robinia Pseudacacia*, *Halimodendron argenteum* und andere schon innerhalb 24 bis 48 Stunden vollständig oder nahezu vollständig ihrer Blätter. Leuchtgas wirkt ebenso, desgleichen, wenn auch in etwas vermindertem Grade, Rauch von Papier und Holz, hingegen wirkt Nikotindampf sehr schwach. Dieses für den Menschen so giftige und für den Tabakrauch so charakteristische Alkaloid beeinflußt den Laubfall auffallenderweise nicht in besonderem Grade und dies steht im vollen Einklange mit dem analogen Verhalten von Keimlingen im Nikotindampf.

d) durch Hemmung der Anthokyanbildung. Topfpflanzen von *Strobilanthes Dyerianus* bilden im Tabakrauch nur wenig Anthokyan, während die Pflanzen in reiner Luft tief violettrote Blätter entwickeln.

Über Gleichgewichte in Silikatschmelzen und über die Bestimmung des Schmelzpunktes des Calciummetasilikates

von

C. Doelter,

k. M. k. Akad.

(Mit 3 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1911.)

Seit einer Reihe von Jahren habe ich Untersuchungen an Silikatschmelzen ausgeführt, welche mir zeigten, daß diese sich nicht unbedingt so verhalten wie wässerige Lösungen oder wie Legierungen und daß daher die Phasenlehre sich nicht ohneweiters auf sie anwenden läßt. Diese Resultate wurden experimentell durch zahlreiche Versuche gewonnen, während H. J. Vogt[1] ohne genügende experimentelle Beweise die Lösungsgesetze auf Silikatschmelzen angewendet hatte. Später zeigte sich auch, daß Silikate nicht nur unterkühlt, sondern auch überhitzt werden können. Ich habe nun gefunden,[2] daß infolge der großen Trägheit, mit welcher die Reaktionen bei natürlichen Silikaten sich einstellen, zum Teil auch die Methoden der Untersuchung abzuändern sind und neue Methoden gefunden werden müssen. Die einfachsten Vorgänge zeigen gewisse Abweichungen von denen der meisten bisher bekannten Stoffe, was auf Verzögerungen der Geschwindigkeit, mit welcher sich die Gleichgewichte einstellen, zurückzuführen ist. Eine gründliche experimentelle Durchführung ist daher erste Bedingung.

[1] Silikatschmelzlösungen. I und II, Christiania, 1903, 1904.

[2] Diese Sitzungsber., *114* (1903).

Es wird gegenwärtig über Silikate sehr viel theoretisch gearbeitet, jedoch manchmal ohne die nötige experimentelle Grundlage.

Die Unterschiede zwischen meiner Auffassung und der Vogt's u. a. finden ihre Erklärung darin, daß letzterer in Vernachlässigung der Unterkühlung Schmelz- und Erstarrungspunkt identifizierte, was unstatthaft ist, weil die Unterschiede zwischen Schmelz- und Erstarrungspunkt sehr erhebliche sind. Auch findet außer Unterkühlung auch Überhitzung statt.

Schon bei meinen ersten Versuchen hatte ich beim Zusammenschmelzen feiner Pulver natürlicher Silikate gefunden, daß hier keine Schmelzpunktserniedrigung stattfindet, sondern nur dann, wenn die betreffenden Silikate schon zusammengeschmolzen waren und dann abgekühlt wurden. Dann zeigte sich, gleichviel ob die Schmelze krystallin erstarrt oder glasig, eine Schmelzpunktserniedrigung.

Schmelzen der Silikate.

Wenn auch die meisten Körper nicht sofort vom festen in flüssigen Zustand übergehen, so ist doch die Geschwindigkeit dabei meistens derartig, daß sie rasch flüssig werden, so daß eine Überhitzung nicht eintritt. Anders bei den Silikaten, die so langsam schmelzen, daß bei der gewöhnlichen Art der Erhitzung Überhitzung eintreten muß und zwischen Schmelze und fester Phase kein vollständiges Gleichgewicht eintritt.

Die Silikate mit wenig Ausnahmen (z. B. Natriumsilikat, Lithium-, Bleisilikat) haben keinen Schmelzpunkt, sondern ein Schmelzintervall. Theoretisch müssen wir denjenigen Punkt als Schmelzpunkt annehmen, bei welchem der Körper zu schmelzen beginnt und bei welchem bei fortgesetzter Erhitzung er gänzlich schmelzen würde. Praktisch werden wir aber auch bei langsamem Erhitzen beide Phasen nebeneinander haben.

Während bei anderen Stoffen ein Punkt existiert, in welchem sich die Dampfdruckkurven der flüssigen und festen Phasen schneiden und bei welchem allein beide Phasen nebeneinander vorkommen, haben wir bei Silikaten ein größeres Temperaturintervall, bei dem beide Phasen nebeneinander vorkommen. Man kann aber nicht als Schmelzpunkt denjenigen

Punkt annehmen, bei welchem keine flüssige Phase mehr vorhanden ist, da alsdann der Schmelzpunkt bereits überschritten ist.

Eine solche Überschreitung des Schmelzpunktes war bisher bei dem Übergang vom festen in den flüssigen Zustand noch nicht bekannt. R. Findlay[1] erwähnt noch 1907, daß sie noch nicht beobachtet wurde. Er hatte eben keine Kenntnis von dem Schmelzerscheinen der Silikate. Hier kommt die Schmelzgeschwindigkeit in Betracht, die bei anderen Körpern so groß ist, daß bei der geringsten Überschreitung des Schmelzpunktes die feste Phase gänzlich in die flüssige übergeht: wir haben bei Silikaten keine vollständigen Gleichgewichte.

Amorph-glasiger, fester und flüssiger Zustand.

Bei den Silikaten tritt beim Schmelzen ein amorph-glasiger Zustand ein, welchen wir als flüssigen im gewöhnlichen Sinne des Wortes nicht bezeichnen können, da die Beweglichkeit der Moleküle fehlt und die Reibungselastizität dieser Körper nicht der einer Flüssigkeit entspricht. Wir haben es anscheinend mit zwei verschiedenen Zuständen zu tun, welche aber keinen Übergangspunkt besitzen, sondern allmählich ineinander übergehen. Die Bestimmung des Punktes, bei welchem die Schmelze flüssig wird, ist ganz subjektiv. Die Umwandlung der Silikate in Glas kann ohne eigentliches Flüssigwerden erfolgen. Man muß unterscheiden: die Zerstorung des Krystallnetzes und dann den Eintritt des eigentlichen Flüssigkeitszustandes, des gebildeten Glases, welches einen hohen Grad von Festigkeit und Zähigkeit hat, also hierin einem festen Körper gleicht. Bei zunehmender Temperatur verringert sich die Viskosität. Verschiedene Silikate werden mehr oder weniger flüssig, je nach ihrer chemischen Zusammensetzung. Es gibt Silikate, die sehr langsam ihre Viskosität verringern und solche, bei denen dies rasch vor sich geht.

Ferner zeigen sich die hysteretischen Erscheinungen darin, daß die meisten Silikate keinen scharfen Schmelzpunkt

[1] R. Findlay, Einführung in die Phasenlehre. Leipzig, 1907, 43.

haben wegen ihrer geringen Schmelzgeschwindigkeit, was auch mit der Krystallisationsgeschwindigkeit im Zusammenhang steht.

G. Tammann[1] erkannte, daß das Maß der Krystallisationsgeschwindigkeit bei Silikaten unter 3 *mm* pro Minute liegt.

Das wichtigste Merkmal der meisten Silikate ist das Fehlen vollständiger Gleichgewichte. Diese Gleichgewichte stellen sich mit solcher Langsamkeit ein, daß man niemals einen Punkt hat, bei welchem die Überschreitung der Temperatur die eine oder die andere Phase ergibt. Solches Gleichgewicht könnte auch ein metastabiles genannt werden. Es kann ein System durch verzögerte Umwandlung, d. h. durch Überschreitung des Umwandlungsproduktes, ohne daß die zu diesem gehörige Umwandlung eintritt, metastabil werden.

Es kann also die Bildung einer neuen Phase nicht sofort eintreten, wenn das System in einen solchen Zustand übergeht, durch den die Existenz dieser Phase möglich wird.

Es verhalten sich aber nicht alle Silikate gleich. Es gibt einige, wie beispielsweise die früher genannten von Na, Li, Pb, bei denen die Hysteresis gering ist und die sehr wenig viskos sind. Sie besitzen eine weit größere Schmelz- und Krystallisationsgeschwindigkeit und bei ihnen stellen sich die Gleichgewichte rascher ein als bei den übrigen. Besonders stark zeigen dagegen aluminiumhaltige Silikate die hysteretischen Erscheinungen.

Bestimmung des Schmelzpunktes durch die thermische Methode.

Der Schmelzpunkt wird meistens durch die eintretende Wärmeabsorption bestimmt, was aber nur dann möglich ist, wenn der Körper rasch schmilzt, während bei Silikaten entweder keine merkliche Wärmeabsorption eintritt oder diese sich über ein längeres Zeitintervall verteilt, da der Schmelzfluß mit äußerst geringer Geschwindigkeit vor sich geht. Nur bei raschem Erhitzen wird die Wärmeabsorption merklich

[1] Z. f. Elektrochemie, *10*, 532, 1904.

werden, aber dann bei einer Temperatur, welche viel höher liegt als der Schmelzpunkt, wir haben dann Überhitzung.

Schmelzgeschwindigkeit.

Wenn der Übergang von festem in flüssigen Zustand mit sehr großer Geschwindigkeit eintritt, tritt in der Zeittemperaturkurve ein horizontales Stück ein, was auch von der Größe der Schmelzwärme abhängt. Wenn dies aber nicht der Fall ist, so fehlt das horizontale Stück, weil die Wärmeabsorption des Stoffes nicht vollkommen die Wärmesteigerung des Ofens aufhebt.

Körper mit kleiner Schmelzgeschwindigkeit werden einen unscharfen Schmelzpunkt haben, da sich die Wärmeabsorption auf eine längere Zeitperiode verteilt und bei einer bestimmten Temperatur zu gering ist, um die Temperatursteigerung des Ofens aufzuheben. Die Schmelzkurve ist dann fast parallel der Ofentemperaturkurve. Es ist daher in vielen Fällen die Abweichung beider Kurven so gering, daß eine Schmelzpunktsbestimmung unmöglich wird.

Die von mir angewandten Methoden sind 1. die optische Methode vermittels des Heizmikroskops, wobei sich die Schmelzung deutlich beobachten läßt. 2. Eine andere Methode ist folgende: nach ungefährer Bestimmung des Schmelzpunktes wird das feinst gepulverte Silikat bei der Sinterungstemperatur durch mehrere Stunden im Ofen belassen, dann herausgenommen und geprüft, ob eine Schmelzung vor sich gegangen. Hierauf wird durch mehrere Stunden bei einer um 20° erhöhten Temperatur erhitzt und dasselbe wiederholt. Auf diese Weise läßt sich annähernd bestimmen, bei welcher Temperatur die Schmelzung vor sich geht, doch erfordert diese Methode für jeden Stoff 20 bis 30 Stunden. Vermittelst derselben konnte ich konstatieren, daß die Schmelzpunkte, welche nach der thermischen Methode bestimmt worden waren, viel zu hohe waren, da bei Temperaturen, die oft 100 und mehr Grad darunterlagen, der Körper bereits glasig-amorph geworden war.

[1] C. Doelter, Diese Sitzungsberichte, *115*, 619 (1906).

Veränderung des Schmelzpunktes mit der Korngröße.

Der Einfluß des Dispersitätsgrades eines Krystalles auf seine Schmelztemperatur ist theoretisch bekannt. W. Ostwald,[1] Pavlov,[2] W. Küster,[3] Goldstein[4] und zuletzt P. v. Weimarn[5] haben ihn untersucht. W. Küster hat gezeigt, daß bei geringer Korngröße der Schmelzpunkt niedriger sein muß als bei grobem Korn, da die Dampfdruckkurven verschiedene für beide sind, und er hat dies durch ein Diagramm versinnlicht. Der Unterschied beruht auf der verschiedenen Oberflächenenergie und wir haben hier eine vollkommene Analogie zur Löslichkeit grober und feiner Pulver. Doch waren Beispiele bisher nur wenige bekannt. Bei Silikaten können die Unterschiede, die bei anderen Stoffen kaum merkliche sind, 100, ja sogar 200° betragen.

Daraus geht auch hervor, daß Schmelzpunktsbestimmungen an großen Krystallen, groben Pulvern oder großen Krystallaggregaten viel zu hoch ausfallen müssen, welche Methode auch zu ihrer Bestimmung eingeschlagen wird. So hat z. B. Brun[6] viel zu hohe Schmelzpunkte gefunden, weil er größere Krystalle bei seinen Bestimmungen verwendete. Schmelzpunktbestimmungen dürfen daher bei Mineralien nur bei feinstem Pulver ausgeführt werden, wie auch die Löslichkeitsbestimmungen nur mit feinstem Pulver auszuführen sind.

Einfluß der Erhitzungsgeschwindigkeit.

Die Schmelzpunktsbestimmungen, insbesondere nach der thermischen Methode, aber auch sogar die nach der optischen Methode fallen verschieden aus, je nach der Schnelligkeit der Erhitzung, worauf schon Joly aufmerksam gemacht hat. Man muß daher, um richtige Daten zu erhalten, die Temperatur so langsam als möglich steigern.

[1] Z. f. phys. Chem., *22*, 289, 1897.
[2] Ebenda, *65*, 545, 1909.
[3] Phys. Chemie, 1909, 189.
[4] Z. russ. chem. Ges., *24*, 641, 1891.
[5] Koll. Z., *17*, 4, 1910.
[6] Arch. sc.; phys. et natur. Genève 1904.

Beziehungen zwischen Schmelzgeschwindigkeit und Viskosität.

Der Grund, warum Silikate im allgemeinen so geringe Schmelzgeschwindigkeit haben und einen unscharfen Schmelzpunkt zeigen, liegt in erster Linie in der Viskosität, welche wieder von der chemischen Zusammensetzung abhängt.

Es wäre natürlich von großem Interesse, diese Schmelzgeschwindigkeit zu messen, doch ist dies mit großen Schwierigkeiten verbunden; man müßte, sobald der Beginn des Schmelzens konstatiert ist, die Temperatur konstant halten und die Zeit messen, innerhalb welcher die Gewichtseinheit des betreffenden Stoffes in flüssigen Zustand übergeht. Das bietet jedoch große praktische Schwierigkeiten.

Beziehungen zwischen Schmelz- und Krystallisationsgeschwindigkeit.

Schon wegen der Abhängigkeit dieser beiden Größen von der Viskosität ist zu vermuten, daß Körper, welche große Krystallisationsgeschwindigkeit haben, auch eine große Schmelzgeschwindigkeit haben werden und umgekehrt und einige extreme Fälle bestätigen dies, so die Natron- und Kalialumosilikate Albit und Orthoklas. Beide Geschwindigkeiten hängen zusammen und es werden im allgemeinen Stoffe mit geringer Krystallisationsgeschwindigkeit auch geringe Schmelzgeschwindigkeit haben. Es werden daher alle Silikate eine nicht zu große Schmelzgeschwindigkeit aufweisen, daher auch unscharfen Schmelzpunkt, indessen zeigen sich doch bei den einzelnen Silikaten Unterschiede. Ich unterscheide drei Abteilungen:

1. Silikate mit schärferem Schmelzpunkt und verhältnismäßig größerer Schmelzgeschwindigkeit, z. B. stark eisen- oder manganhaltige sowie bleihaltige.

2. Silikate mit geringer Schmelzgeschwindigkeit und geringerer Krystallisationsgeschwindigkeit. Labrador, Diopsid ($CaMgSi_2O_6$), Olivin Mg_2SiO_4.

3. Silikate mit kleiner Schmelzgeschwindigkeit und einer Krystallisationsgeschwindigkeit, die nahezu Null ist. Zu diesen gehören Quarz, Albit ($NaAlSi_3O_8$) und Orthoklas. Bei solchen

kann nach keiner Methode ein eigentlicher präziser Schmelzpunkt beobachtet werden. Aber auch manche andere Alumosilikate gehören hierzu und es ist daher ein Irrtum, wenn Day[1] und T. A. Allen den Schmelzpunkt des Anorthits mit 1532° als Standard aufstellen. Denn auch dieses Silikat, welches weit unter 1400° schmilzt, hat einen unscharfen Schmelzpunkt und jene Zahl ist eine irrtümliche.

Manchmal wird die Schmelzgeschwindigkeit größer sein als die Krystallisationsgeschwindigkeit. Es gibt jedoch Ausnahmen, unter denen ich nennen möchte den Wollastonit, Anorthit.

Die Überhitzung der Silikate.

G. Tammann[2] hat die Bedingungen der Überhitzung eines Krystalles in seiner Schmelze erörtert. Er berechnet das Grenztemperaturgefälle, bei dessen Überschreitung die Temperatur des Krystalles über seinen Schmelzpunkt steigen muß. Für einen bestimmten Wert des Leitvermögens und der Schmelzwärme berechnet er, daß die Überschmelzung bei 6° über dem Schmelzpunkt beginnen würde; ein kubischer Krystall von 1 *cm* Seitenlänge könnte unter den gegebenen Bedingungen und bei einer maximalen Krystallisationsgeschwindigkeit von 0·01 *mm* pro Sekunde 8·3 Minuten in der Schmelze verharren.

Krystalle mit kleiner Krystallisationsgeschwindigkeit lassen sich leichter überhitzen als solche mit großer. Zwischen der Krystallisation einer unterkühlten Flüssigkeit und dem Schmelzen eines Krystalles besteht der Unterschied, daß die Krystallisation nur in wenig Punkten vor sich geht, während an der Oberfläche des Krystalles die Schmelzung überall vor sich geht. Im allgemeinen ist daher die Tendenz zu krystallisieren kleiner als die zu schmelzen, daher nur wenig Stoffe überhitzt werden können.

Die Form der Zeittemperaturkurven beim Schmelzen hängt nach Tammann mit der Krystallisationsgeschwindigkeit

---

[1] Z. f. phys. Chemie, *54*, 1906; Am. Journ., 1905, Februarheft.

[2] Z. f. phys. Chemie, *68*, 259, 1909.

zusammen, da ein merklicher Haltepunkt nur bei Stoffen mit großer Krystallisationsgeschwindigkeit stattfinden kann. Er hat dies durch den Vergleich der Kurven des Naphthalins, Betols und der Lävulose bestätigt und kommt zu dem Schlusse, daß bei Stoffen, deren Krystallisationsgeschwindigkeit unter 3 *mm* pro Minute liegt (also bei allen Silikaten) statt des Haltepunktes Intervalle auftreten.

Als wichtigstes Resultat seiner Untersuchungen geht hervor, daß bei solchen Stoffen die Erhitzungskurve, der Schmelzpunkt im Sinne der Gleichgewichtstemperatur nicht mehr exakt abgeleitet werden kann.

Überhitzung ist nur während des Schmelzens möglich. G. Tammann ist der Ansicht, daß man den Schmelzpunkt sicherer als durch die thermische Methode durch die mikroskopische oder dilatometrische bestimmen kann.

Als Resultat meiner Untersuchungen geht hervor, daß die Silikate mit wenigen Ausnahmen keinen festen Schmelzpunkt haben, sondern ein Schmelzintervall. Wir haben daher auch keine Tripelpunkte, sondern diese werden durch eine Fläche im Diagramm ersetzt. Ferner sind die Schmelztemperaturen abhängig von der Korngröße, dann von der Erhitzungsgeschwindigkeit. Die optische Methode, wie sie früher angegeben wurde, und die Kontrolle durch äußerst langsames Erhitzen im elektrischen Ofen und fortwährende Untersuchung des zu schmelzenden Körpers kann allein eine halbwegs richtige Bestimmung des Schmelzpunktes geben. Alle die Untersuchungen vermittels der thermischen Methode, wie sie beispielsweise im Carnegie-Institut ausgeführt wurden, sind viel zu hoch ausgefallen, zum Teil sogar bis 170° zu hoch. Ich will einige Beispiele anführen:

	Nach neuen Messungen von C. Doelter	Nach Day und Mitarbeitern[1]
$CaSiO_3$	1380	1512
$MgSiO_3$	1420	1500
$CaAl_2Si_2O_8$	1370	1532
$CaMgSi_2O_6$	1320	1395

[1] Bereits Boudouard hatte für Ca- und Mg-Silikate gefunden, daß sie nicht über 1500° schmelzen.

Freilich erfordert eine genaue Schmelzpunktbestimmung sehr viel Zeit, sogar mehrere Tage.

Anwendung der Phasenlehre bei Silikaten.

Bei den Betrachtungen über natürliche Silikate und Gesteine, insbesondere bezüglich der Ausscheidungsfolge, spielt das Eutektikum eine große Rolle. I. H. Vogt vertritt die Ansicht, daß dieses das einzige Moment sei, welches maßgebend wäre.

Soweit sich seine Erörterungen auf das in der Natur verbreitete Eutektikum, Orthoklas-Quarz beziehen, wird man ihm beistimmen können. Hier liegt ein natürlicher Schmelzfluß vor, dem durch Wasser ein großer Grad von Fluidität verliehen wird, so daß die Abscheidung hier wie in einer wässerigen Lösung erfolgt und daher die Phasenlehre anwendbar ist. Ohne Wasser oder Krystallisatoren krystallisiert jedoch die Quarz-Orthoklasmischung nicht, da sie äußerst viskos ist.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn man Schmelzlösungen hat, in welchen nur Silikate ohne Zusatz von Schmelzmitteln enthalten sind. Hier bekommen wir zumeist stark überkühlte Schmelzen, in welchen ein labiles Gleichgewicht stattfindet. Bei diesen wird die Reihenfolge der Ausscheidung nicht nach dem gegenüber dem Eutektikum vorherrschenden Bestandteile vor sich gehen. Hier wird daher die Phasenregel nicht anwendbar sein. Es entscheidet die Krystallisationsgeschwindigkeit und das Krystallisationsvermögen, wie ich schon vor längerer Zeit gefunden habe.

Bei der Bestimmung der Erstarrungskurven bei zwei oder mehreren Komponenten hängt viel vom Rühren ab. Ohne Rühren wird überhaupt die Erstarrung auch beim Abkühlen sich nicht sehr deutlich zeigen. Leider ist das Rühren nur bei ganz wenig Silikaten, wie bei den früher genannten von Na, Li, Pb durchführbar. Bakhuis Roozeboom[1] sagt ausdrücklich, daß bei Bestimmung der eutektischen Temperatur fortwährendes Schütteln notwendig ist. »Ob das Verschwinden des letzten

[1] Heterogene Gleichgewichte, II, 175, 1905.

Punktes deutlich zum Vorschein kommt, wird bei der Abkühlungskurve wie auch bei der Erhitzungskurve von der Krystallisationsgeschwindigkeit, respektive von der Lösungsgeschwindigkeit abhängig sein. Diese ist proportional der Oberfläche und dem Konzentrationsunterschiede in jedem Augenblick zwischen der existierenden und der bei der Versuchstemperatur gesättigten Lösung. Wir haben für Lösungs-, beziehungsweise Krystallisationsgeschwindigkeit:

$$\text{Lösungsgeschwindigkeit} = C.O(x_1 - x)$$
$$\text{Krystallisationsgeschwindigkeit} = C.O(\Theta_1 - \Theta)$$

C ist die Geschwindigkeitskonstante.

Die erstarrende Lösung, welche auf eine Temperatur abgekühlt ist, wird immer mehr von der erstarrenden Substanz enthalten, als dieser Temperatur entspricht. Wenn $\Theta_1°$ die höher liegende Temperatur ist, für welche der bei Θ herrschende Sättigungsgrad entspricht, so ist die Lösung um $(\Theta_1 - \Theta)°$ unterkühlt.

Die auskrystallisierte Menge entspricht also nicht jener, welche der Theorie nach bei jener Temperatur entsprechen sollte. Dasselbe gilt auch, wenn die Krystallisationsgeschwindigkeit sehr klein ist.

Bei der Ausscheidungsfolge ist beim Zusammenschmelzen zweier Silikate nicht das Mengenverhältnis, respektive Vorherrschen der betreffenden Komponente im Verhältnis zu dem Eutektikum maßgebend, denn es liegt ein labiles Gleichgewicht vor, in welchem sich bald die eine, bald die andere Komponente ausscheiden kann. Hier entscheidet die Krystallisationsgeschwindigkeit und das Krystallisationsvermögen. Bei der Bestimmung des eutektischen Punktes haben wir dieselben Schwierigkeiten wie bei der Bestimmung der Schmelz- und Erstarrungspunkte überhaupt und wir erhalten statt eines Punktes in vielen Fällen auch hier ein Intervall. Dies habe ich experimentell bei vielen Silikaten nachweisen können.

Thermodynamik der Silikatschmelzen.

Die Formeln und Beziehungen, die auf den Gesetzen der Thermodynamik beruhen, können ebenfalls eine Abänderung erleiden.

Die Formel

$$\Delta = \frac{0{\cdot}02 \, . \, T^2}{Q}$$

also das van't Hoff-Raoult'sche Gesetz hat daher insofern keine Anwendung, als wir die Werte von T, Q nicht mit Sicherheit bestimmen können, und daraus geht auch hervor, daß die Schmelzpunkterniedrigung nicht genau bestimmt werden kann. Insbesondere sind alle Formeln, bei welchen die Schmelzwärme Q vorhanden ist, insofern nicht anwendbar, als der Wert von Q bei Silikaten nicht bestimmbar ist. Es hängt dies damit zusammen, daß, um ein Silikat in das Kalorimeter gießen zu können, man dasselbe infolge seiner Viskosität beträchtlich (50 bis 100°) über seinen Schmelzpunkt erhitzen muß und die dadurch verursachte Überwärme ist sehr hoch. Ein entgegengesetzter Fehler ist der, daß nur wenige Silikate beim Eingießen in Wasser sofort krystallisieren, wodurch der Wert von Q zu klein wird, während er andrerseits durch die Überwärme zu groß wird; es scheint gegenwärtig keine Methode zur Bestimmung der Schmelzwärme der Silikate verwendbar. Dies ergibt sich auch aus dem Vergleich der Bestimmungen von R. Akerman und C. Barus.

Alle diese Erscheinungen rühren her von der im allgemeinen geringen Reaktions-, beziehungsweise Umwandlungsgeschwindigkeit, welche ihrerseits wieder mit der Viskosität zusammenhängt. In einer solchen Schmelze werden die Gleichgewichte mit großer Langsamkeit sich einstellen. Es finden stets Überschreitungen statt, so daß die Umwandlungsprodukte nicht leicht bestimmbar sind. Es ist noch ungewiß, ob der Einfluß der Viskosität der einzige ist bei diesen Verzögerungserscheinungen oder ob nicht andere Faktoren von Einfluß sind, möglicherweise stellen die Silikate bei hohen Temperaturen im Schmelzfluß Gemenge verschiedener Stoffe dar und kann auch hier thermolytische Dissoziation eintreten; daß sie elektrolytisch dissoziiert sind, ist genügend nachgewiesen.

Es ist daher unstatthaft, alle Silikate so wie die Legierungen zu behandeln, wie dies von mancher Seite ausgeführt wurde. Manche Darstellungen, wie sie auch in dem neuesten Werke von

R. Marc enthalten sind, können zu irrigen Resultaten führen und erschweren die Anwendung der physikalischen Chemie auf mineralogisch-geologische Probleme, da es vor allem notwendig ist, die Untersuchungsmethoden, die diesen speziellen Verhältnissen angepaßt sind, ausfindig zu machen und das Tatsachenmaterial zu vermehren.

Es ist daher unbedingt notwendig, die Abweichung der Silikate bei der Anwendung der Phasenlehre zu berücksichtigen, was aber bisher ziemlich allgemein vernachlässigt worden ist.

Der Schmelzpunkt des Calciummetasilikates.

A. Day[1] und Mitarbeiter bestimmten den Schmelzpunkt bei ihren Untersuchungen der Kalk-Kieselreihe mit 1512° durch die bei dieser Temperatur auftretende Wärmeabsorption.

O. Boudouard[2] hatte früher mit Segerkegeln Schmelzpunktbestimmungen gemacht und gefunden, daß alle Ca-Silikate unter 1500° schmelzen.

Künstliches $CaSiO_5$. Die Verbindung $CaSiO_3$ hat das größte Krystallisationsvermögen unter den Ca-Silikaten, es ist äußerst schwer, auch kleinere Mengen glasig zu erhalten, auch bei Abschrecken in Wasser erhielt ich stets ein glasfreies Produkt. Nur Wright berichtet, daß es ihm ausnahmsweise gelungen sei, etwas Glas zu erhalten; es erleichtert diese große Fähigkeit der Krystallisierung die Herstellung ganz krystalliner Massen. Um solche größere Mengen herzustellen, verwendete ich den Kohlewiderstandsofen. Was die Bestimmung der Schmelzpunkte anbelangt, so fand sie teils im vertikalen Heraeusofen, teils im horizontalen, teils im Heizmikroskop statt, erstere Erhitzung dauerte immer viele Stunden und wurde so eingerichtet, daß nach 2 bis 3 Stunden eine Erhöhung um 20° stattfand.

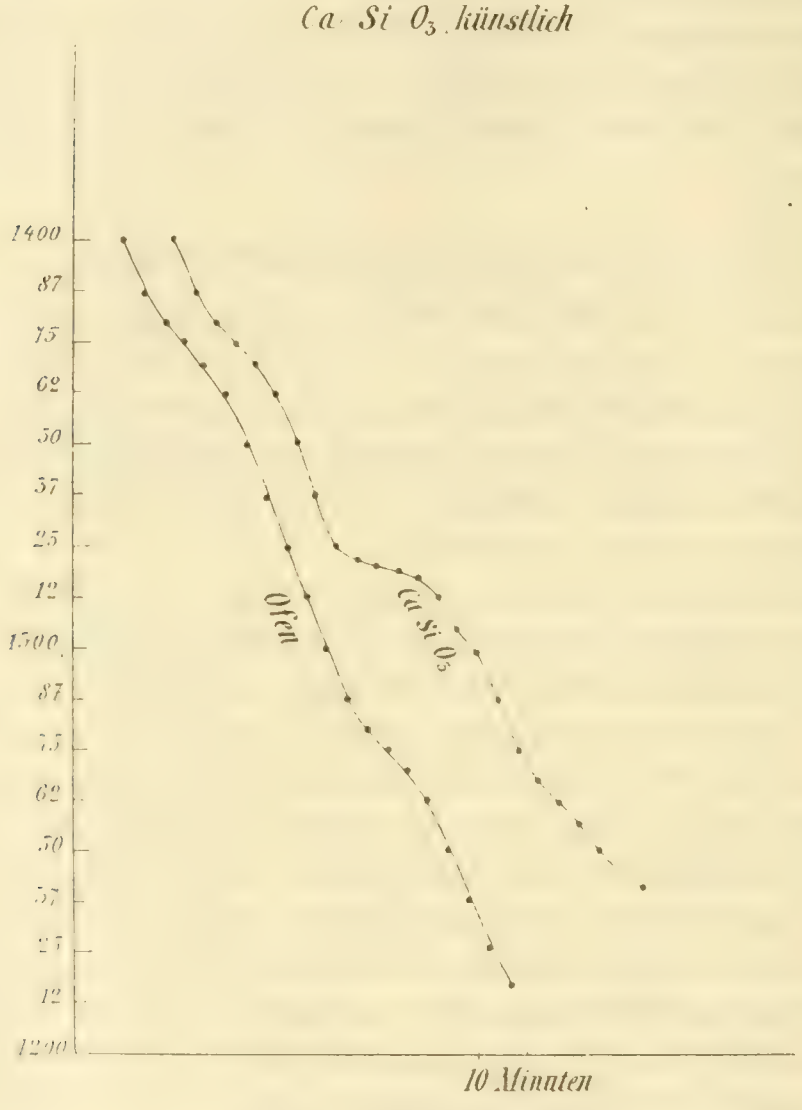
Zusammenschmelzen von $CaCO_3$ und SiO_2. Beim Zusammenschmelzen der Mischung im gleichen Molekularverhältnis ergab sich, daß sich CaO und SiO_2 bei zirka 1400

[1] Tschermak's Min.-petr. Mitt., *26*, 173, 1906.

[2] Journ. Iron and Steel-Inst., 1905, 339.

bis 1440° zu $CaSiO_3$ vereinigten und das α-Silikat bilden. Die Masse ist ganz krystallinisch. Sie erstarrt bei 1300°.[1]

A. Day[2] ist der Ansicht, daß O. T. Hofmann im Irrtum sei, wenn er behauptet, daß die Bildungstemperatur über dem Schmelzpunkt liege; für $CaSiO_3$ scheint dies aber sich doch zu



Ca Si O_3 Abkühlungskurve

Fig. 1.

bestätigen, denn die Temperatur, bei welcher sich CaO und SiO_2 vereinigen, liegt hier höher als der Schmelzpunkt, der

[1] Neulich stellte J. W. Cobb das Calciummetasilikat zwischen 1300 bis 1400° dar. Journ. of the soc. of chem. ind. 1910.

[2] Trans. Amer. Inst. Mining Engin., *29*. 682, 1899, siehe A. Day und Genossen, Tschermak's Min. Mitt., *26*, 173 (1906).

eben bei zirka 1380° und nicht bei 1512° liegt, wie sie annehmen. Dieselbe Beobachtung, daß die Bildungstemperatur ober der Schmelztemperatur der eingegangenen Verbindung liege, hat E. Dittler bei Anorthit gemacht.

Bei der Erhitzung des Calciumsilikates im Heraeusofen ergab sich beim Vergleich der Ofenkurve mit der Temperaturkurve der Schmelze keine Abweichung, nur bei 1300 bis 1320° war eine ganz kleine Neigung der letzteren zu bemerken. Es wurde aber konstatiert, daß die Schmelze bei 1320° flüssig war.

Als dagegen nochmals abgekühlt wurde, ergab sich eine Abweichung der Kurven etwas ober 1300°, also beim Krystallisieren. Es zeigt sich, daß die Erstarrung zwischen 1320 und 1325° stattfindet. (Fig. 1.)

Die Erhitzung war derart, daß sie in ungefähr 1 Minute einer Erhitzung um 1° entsprach. Die Daten gehen aus der Tabelle hervor.

Erster Versuch.

Erstarrung[1] des $CaSiO_3$.[2]

t	Ofen	Schmelze	
$12^h\ 25^m$	1400°	1400°	
	1387	1387	
26	1380	1380	
	1375	1375	
27	1370	1370	
	1362	1362	
28	1350	1350	
	1337	1337	
29	1325	1325	Haltepunkt
	1312	1323	2 Minuten

[1] Die Ablesungen erfolgten in Zeitintervallen von 30 zu 30 Sekunden unter steter Berücksichtigung der Klemmentemperatur. Der Versuch wurde wiederholt und die Mittelzahlen in die Tabelle eingetragen.

[2] Statt des nicht durchführbaren Rührens wendete ich Klopfen an.

t	Ofen	Schmelze	
$12^h\ 30^m$	1300	1321	Haltepunkt
	1287	1321	2 Minuten
31	1280	1317	
	1275	1312	
32	1270	1305	
	1262	1287	
33	1250	1275	
	1337	1267	
34	1225	1262	
	1218	1257	
35	1212	1250	
	1200	1244	
		1240	

Zweiter Versuch.

Bei der Wiederholung mit neuen Mengen wurde wieder konstatiert, daß $CaSiO_3$ sich zwischen 1400 bis 1420° bildet und daß die Erstarrung des Silikates bei 1320 bis 1298° stattfindet.

$CaSiO_3$ künstlich.

(Thermoelement 20 *mm* eingetaucht.)

t	Kontroll-elemente	$\frac{\partial \Theta}{\partial t}$	Beschickung 100 g Θ_1	$\frac{\partial \Theta_1}{\partial t}$	Differenz zwischen Kontroll-element und Beschickung
$12^h\ 40^m$	1400°	10°	1400°	10°	0°
	1390	10	1390	10	0
41	1380	10	1380	10	0
	1370	10	1370	10	0
42	1360	10	1360	10	0
43	1346	14	1348	12	2
	1334	12	1338	10	4

t	Kontroll-elemente	$\frac{\partial \Theta}{\partial t}$	Beschickung 100 g	$\frac{\partial \Theta_1}{\partial t}$	Temperatur-differenz zwischen Kontroll-element und Beschickung
$12^h\ 44^m$	1322°	12°	1328°	10°	6
	1310	12	1320[1]	8	10
45	1300	10	1311	9	11
	1290	10	1305	6	15
46	1278	12	1300	5	22
	1266	12	1298	2	32
47	1256	10	1296	2	40
	1244	12	1292	4	48
48	1230	14	1285	7	55
	1218	12	1277	8	59
49	1206	12	1268	9	62
	1197	9	1258	10	61
50	1185	12	1248	10	63
	1180	5	1236	12	56
51	1176	4	1224	12	48
	1170	6	1212	12	42
			1200	12	

Dritter Versuch. (Fig. 1.)

t in Sekunden	Kontroll-elemente	$\frac{\partial \Theta}{\partial t}$	Beschickung	$\frac{\partial \Theta_1}{\partial t}$	Differenz zwischen Kontroll-element und Beschickung
—	1400°	—	1400°	—	0
15	1375	—	1370	—	0
15	1370	5	1365	5	5
15	1360	10	1360	5	0
15	1350	10	1355	5	5

[1] Erstarrungsbeginn, Klemmentemperatur mit 14° berechnet.

t in Sekunden	Kontrollelemente	$\frac{\partial \Theta}{\partial t}$	Beschickung	$\frac{\partial \Theta_1}{\partial t}$	Temperaturdifferenz zwischen Kontrollelement und Beschickung
15	1340°	10°	1350°	5	10
15	1325	15	1340	10	15
15	1300	25	1330	10	30
15	1280	20	1320	10	40
15	1260	20	1310	10	50

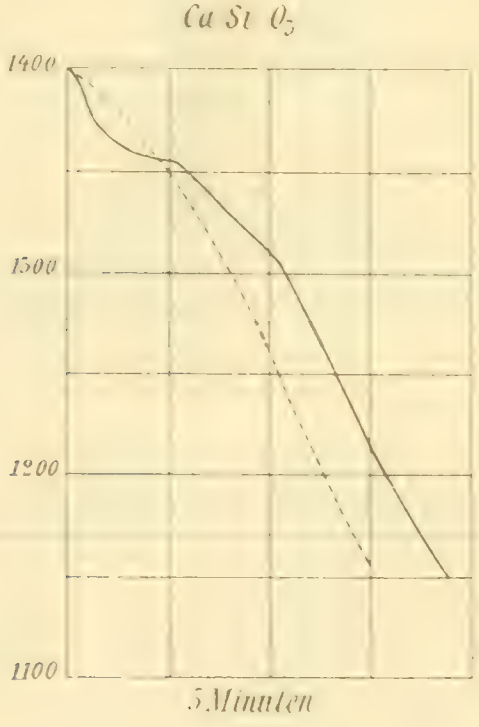


Fig. 2.

Die Unterkühlung ist hier weit geringer als bei den früheren Versuchen, die Krystallisation findet bei 1350 bis 1360° statt. Die Bildungstemperatur war zirka 1440°. Die Resultate der drei Versuche sind insofern etwas verschieden, als die Haltepunkte Abweichungen bis 40° zeigen, was zum Teil der wechselnden Unterkühlung zuzuschreiben ist. Bei den ersten Versuchen war das Thermoelement von Anfang an in

der Schmelze, wogegen es beim dritten Versuche erst beim Flüssigwerden eingesteckt wurde, möglicherweise kann das von Einfluß sein.

Der Schmelzpunkt wurde von amerikanischen Beobachtern bei 1500 bis 1512°[1] nach der thermischen Methode bestimmt, nach der optischen Methode stellt er sich jedoch viel niedriger, es tritt offenbar wieder die Überhitzung ein.

Vierter Versuch. Unter dem Heizmikroskop wurde folgendes beobachtet:

Dauer der Erhitzung	Temperatur	
15 Minuten	1290°	Beginn der Schmelzung, die ganz kleinen Klumpen runden sich.
1 Stunde	1300	Es runden sich auch größere Tropfen etwas.
10 Minuten	1340	stärkeres Runden.
5 Minuten	1370	Schleierbildung, Beginn des Fließens.

Fünfter Versuch. (Zweiter Versuch im Heizmikroskop):

1270°	Unverändert.
1290	Kleinere Teilchen zeigen Spuren von Rundung.
1300°	Einige Teilchen zeigen deutliche Rundung.
1350	Es bilden sich Tropfen, die zusammenfließen.
1370	Alles ist zusammengeflossen.

Demnach dürfte der Schmelzpunkt bei zirka 1350 bis 1380° liegen, da bei 1370° alles zusammengeflossen war, der Schmelzbeginn liegt bei 1290 bis 1300°.

Sechster Versuch. Hier wurden in einem Platinschiffchen zirka 20 *g* feingepulvertes Calciumsilikat bei Temperaturen von 1290 bis 1370° so erhitzt, daß immer 2 bis 5 Stunden die Temperatur konstant gelassen wurde und dann um 20° gesteigert wurde.

[1] Siehe A. Day, l. c.

Das künstliche Kalksilikat wurde zuerst durch 5 Stunden bei 1290° im Heraeusofen erhitzt und war bereits bei dieser Temperatur gefrittet, bei 1300° war es eine vollkommen kompakte Masse, die aber noch nicht ganz flüssig gewesen war.

Bei 1370° war die Masse glasig und äußerlich gerundet, dies dürfte demnach auch als Schmelzpunkt bezeichnet werden, bei 1440° war das Schiffchen mit einer erstarrten Flüssigkeit angefüllt, als es aus dem Ofen herausgenommen wurde.

Schmelzpunkt des Wollastonits.

Ich hatte schon früher den Schmelzpunkt von natürlichem Wollastonit zwischen 1245 und 1265° bestimmt.

Es wurden nun nochmals sowohl im Heizmikroskop als im Heraeusofen bei langsamem Erhitzen durch viele Stunden die Schmelzpunkte bestimmt.

Wollastonit von Diana sintert bei 1240°, bei 1270° ist er ganz fest zusammengebacken, bei 1290 bis 1300° zusammengeschmolzen. (Bestimmung im Heraeusofen.)

Wollastonit von Kimito (Finnland). Ein von der Mineralienhandlung Böhm in Wien bezogener Wollastonit ist mit Calcit verunreinigt, wodurch vielleicht der etwas höhere Schmelzpunkt erklärlich ist.

Das Mineral von Kimito hat nach der Analyse von E. Dittler folgende Zusammensetzung:

SiO_2	51·77
CaO	47·65
MgO	Spur
Fe_2O_3	0·14
H_2O	0·29
	99·85

$\delta = 2{\cdot}902$[1]

Der Wollastonit von Kimito, unter dem Heizmikroskop erhitzt, zeigte bis 1260° keine Veränderung, wenn man feinstes

[1] Bestimmung von Dr. H. Leitmeier.

Pulver verwendet, erst bei dieser Temperatur beginnt eine unbedeutendere Rundung der Kanten, bei 1280° ist durch deutlichere Rundung zu sehen, bei 1300° bilden sich vereinzelte Tropfen, bei 1320 bis 1330° kann er als geschmolzen angesehen werden. Auch als er im Heraeusofen durch 6 Stunden behandelt wurde, war er bei 1280° noch nicht geschmolzen, sondern nur zusammengesintert, bei 1300° bildet er eine feste Masse, in welcher Neubildungen sichtbar sind. Das Zusammenschmelzen findet bei etwa 1330° statt. Allerdings ist dieses faserige Mineral nicht fein zu pulvern, wodurch der Schmelzpunkt erhöht wird.

Wollastonit von Auerbach schmilzt, wie ich schon früher bei meinen ersten Versuchen fand, bei 1260°; bei 1240° sinterte er; die Wiederholung des Versuches ergab dasselbe Resultat. A. Brun fand an großen Krystallen 1360°, was erklärlich ist, da der Schmelzpunkt großer Krystalle viel höher liegt.

Wollastonit von Cziklowa war bei 1260° vollkommen geschmolzen, bei der Erstarrung zeigte sich die α-Form, das hexagonale Kalksilikat.

Wollastonit von der Insel Elba schmilzt bei 1260°, die Sinterung beginnt bei 1235°.

Alle drei Bestimmungen wurden sowohl im Heizmikroskop als auch im Heraeusofen durch langes andauerndes Erhitzen ausgeführt.

Polymorphie des Calciummetasilikates.

Es ist bekannt, daß $CaSiO_3$ in zwei polymorphen Phasen vorkommt, der in der Natur allein stabilen, dem Wollastonit, der β-Form, und der bei hohen Temperaturen stabilen α-Form, dem hexagonalen Calciumsilikat. Letzteres ist schon vor vielen Jahren von Bourgeois, J. H. L. Vogt und mir beschrieben worden und haben sowohl Vogt wie ich die Einachsigkeit erkannt.

A. Day und Genossen haben bei der Erhitzung des natürlichen Wollastonits bei 1180° eine Wärmeabsorption konstatiert und daraus auf eine polymorphe Umwandlung

geschlossen. Nach Wright wäre Wollastonit, welcher über 1180° erhitzt wurde, einachsig.

Aus folgenden Beobachtungen ergibt sich, daß hier ein Irrtum unterlaufen ist, da eine Umwandlung im festen Zustand nicht eintreten muß.

Wollastonit von Diana wurde durch 6 Stunden bei Temperaturen zwischen 1220° und 1240° erhitzt, er zeigte keine Umwandlung in einachsige Krystalle, in die α-Form, sondern war optisch ident mit dem natürlichen Wollastonit geblieben, es zeigten sich deutliche zweiachsige Schnitte mit negativer Doppelbrechung. Bei 1240° begann eine allerdings unbedeutende Sinterung. Indessen hatten sich einzelne dickere Kryställchen gebildet, die aber nicht einachsig waren, sondern zweiachsig wie α-Wollastonit, jedoch stärker negativ doppelbrechend sind, das ist der ganze Unterschied zwischen diesen und den noch unveränderten Krystallen. Bei 1250° beginnt stärkere Frittung und einzelne neue Nadeln zeigen etwas kleineren Achsenwinkel, sonst aber sind sie dem Wollastonit gleich. Bei 1260° war das Ganze zu einer harten Masse zusammengesintert, ohne aber ganz geschmolzen zu sein. Wenige Krystalle an der Oberfläche waren noch unveränderter Wollastonit. Bei 1280° war so ziemlich alles zusammengebacken und teilweise geschmolzen, alle Neubildungen sind aber jetzt einachsig, die Umwandlung in die α-Form vollzieht sich also nur beim Umschmelzen, beziehungsweise Sintern von 1260° an.

Wollastonit von Elba. Es wurde ein Schnitt senkrecht zur ersten Mittellinie untersucht (das Präparat war von Dr. Steeg und Reuter hergestellt).

Die Doppelbrechung war negativ, $\rho > v$ um γ, Ebene der optischen Achsen senkrecht zu den Spaltrissen. Der Achsenwinkel nach der Zeichentischmethode von Becke bestimmt, gibt für $2V = 38° 40'$ (Bestimmung von Dr. E. Dittler).

Dieser Schnitt wurde durch 2 Stunden bei 1200°, durch $3^1/_2$ Stunden bei 1230 bis 1240° behandelt. Eine Veränderung war nicht wahrnehmbar. Bei dem ersten Versuche waren Doppelbrechung, Charakter der Doppelbrechung, optischer Achsenwinkel ganz unverändert. Herr Prof. F. Becke, welcher die Güte hatte, das Präparat zu untersuchen, fand keinen

optischen Unterschied zwischen dem erhitzten und dem nicht erhitzten Wollastonit.

Bei dem zweiten Versuch war die Platte unverändert zweiachsig, es war keine Veränderung bemerkbar. Die Achsenwinkel wie die Brechung bleiben unverändert.

Der Wollastonit von Kimito wurde in Krystallschnitten im Heizmikroskop durch je 6 Stunden wiederholt erhitzt, und zwar von 1280 bis 1290°, ohne daß eine Veränderung merklich gewesen wäre. Auch nach dem Erkalten war das Präparat zweiachsig befunden mit großem Achsenwinkel.

Ferner wurde das durch 6 Stunden bei 1300° Temperatur erhitzte feinste Pulver untersucht, es ergab sich, daß ein Teil

Fig. 3.

unversehrt geblieben war und schief auslöschte, während sich zahlreiche große Nadeln neu gebildet hatten, welche einachsig waren und der α-Form entsprachen, eine eigentliche Schmelzung war nicht eingetreten, wohl aber Sinterung, aber die einachsigen Krystalle sind alle während der Sinterung entstandene Neubildungen, es sind keine molekularen Umwandlungen. Fig. 3.

Bei der Untersuchung nach dem Erkalten zeigte sich deutlich, daß die langen Nadeln, die einige Millimeter lang sind, Neubildungen waren, nur diese waren einachsig und zeigen alle Merkmale der α-Form des hexagonalen Kalksilikates, nicht aber die noch unversehrten kleinen Wollastonitbruchstücke, welche unverändert geblieben waren.

Die Restmasse war unverändert und deutlich zweiachsig mit großer Auslöschung. Es hat sich also nur ein Teil

in die α-Form umgewandelt, aber nicht auf molekularem Wege, sondern es ist während der Sinterung eine Neubildung erfolgt.

Man kann den Wollastonit durch Stunden lang bei Temperaturen von 1200 bis mindestens 1240°, sogar noch höher erhitzen, ohne daß irgendeine Umwandlung zu bemerken ist, erst in der Nähe des Schmelzpunktes bei beginnender Sinterung ist eine solche zu beobachten, es bilden sich neue einachsige Krystalle. Es steht dies übrigens auch mit den Angaben von Day und Genossen[1] im Einklang, die auch ein Glasigwerden an einzelnen Stellen beobachtet hatten, wahrscheinlich waren auch die von ihnen beobachteten einachsigen Krystalle Neubildungen; solche bilden sich schon unter dem Schmelzpunkt, es ist eine Art von Rekrystallisation.

Unterschiede der Schmelzpunkte der beiden Formen, α und β, des Metacalciumsilikates.[2]

Day und Genossen fanden für α-Metasilikat den Schmelzpunkt 1512°, für den Wollastonit 1260° nach der thermischen Methode, also Unterschiede von 250°. Demgegenüber fand ich für Wollastonit je nach dem Fundort Schmelzpunkte zwischen 1240 bis 1320°, für das künstliche α-Silikat jedoch 1310 bis 1380°, also einen Unterschied von zirka 70°.

Da nun der natürliche Wollastonit niemals ganz rein ist (er enthält stets Mg, Fe und Wasser), so dürfte der Schmelzpunkt des reinen monoklinen $CaSiO_3$ (β-Form) jedenfalls über 1300° liegen und der Unterschied wäre dann ein sehr geringer.

Der Schmelzpunkt der beiden Formen des Calciummetasilikates.

Aus dem Vorhergehenden zeigt sich, daß der Schmelzpunkt des Wollastonits (β-Form) bei verschiedenen Varietäten zwischen 1260 und 1325° schwankt.

[1] L. c.

[2] Das hexagonale Ca-Silikat wurde von Day und Genossen als »Pseudowollastonit« bezeichnet. Ich nenne es α-Form des Calciummetasilikates.

Fundort	Schmelzpunkt
Auerbach	1240 bis 1265°
Cziklowa	1245 » 1265
Diana	1250 » 1300
Elba	1235 » 1275
Kimito	1260 » 1330

Der erste Punkt zeigt den Schmelzbeginn an, der zweite Punkt ist einigermaßen subjektiv und ist der Punkt des Flüssigwerdens.

Magnesiummetasilikat. Der Schmelzpunkt dieser Verbindung wird übereinstimmend als sehr hoch gefunden, wenn auch einzelne Beobachter verschiedene Werte bekamen. Day gibt 1527° an, Boudouard fand niedrigere Werte.

Ich fand, daß bei Erhitzung im Heraeusofen, nachdem das Pulver bei 1320° durch 1 Stunde erhitzt worden war, es stark gefrittet worden war; bei 1425° war es umkrystallisiert und hatte sich eine harte Masse gebildet, die aus zusammengeschmolzenen Kryställchen zusammengesetzt war. Der Schmelzpunkt dürfte bei zirka 1440° liegen. $MgSiO_3$ hat jedenfalls einen merklich höheren Schmelzpunkt als $CaSiO_3$.

Bronzit von Kraubat. Er wurde gepulvert im Heraeusofen erhitzt und war das Resultat folgendes:

3 Stunden	1390°	Stark gefrittet.
2 Stunden	1330	Neubildung großer Krystalle, welche zum Teil monokliner Mg-Augit sind.
3 Stunden	1360	Vollkommen geschmolzen.

Resultate der Versuche.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die thermische Methode viel höhere Schmelztemperaturen angibt als die optische. Bei der thermischen Methode ist es aber unmöglich, zu wissen, bei welcher Temperatur die Krystalle verschwinden, während man sich bei der optischen leicht überzeugen kann, ob ein amorph glasiges oder ein krystallines Produkt vorliegt oder ob Neubildungen entstanden sind.

Die Schmelzpunkte des natürlichen Wollastonits und des künstlichen Calciummetasilikates liegen nur wenig auseinander, eine molekulare Umwandlung von Wollastonit in die α-Form habe ich nicht beobachtet, wohl aber scheidet sich über 1260° nur noch die α-Form ab.

Herrn Dr. E. Dittler bin ich für Mitwirkung an den Arbeiten zu Danke verpflichtet.

Die Foraminiferenfauna der mitteleocänen Mergel von Norddalmatien

von

Dr. **Adalbert Liebus.**

(Mit 1 Kartenskizze, 3 Tafeln und 5 Textfiguren.)

(**Vorgelegt in der Sitzung am 28. Juni 1911.**)

Im nachstehenden seien die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung von 35 Schlämmproben der Öffentlichkeit übergeben, deren Rohmaterial von meinem Freunde und Kollegen Dr. Rich. Schubert während seiner geologischen Aufnahmstätigkeit als Sektionsgeologen der k. k. geologischen Reichsanstalt aufgesammelt wurde. Für die liebenswürdige Überlassung der zum Teil schon geschlämmten Proben sei ihm der herzlichste Dank ausgesprochen. Da zur Vollständigkeit dieser Arbeit sowie zum Verständnis des ganzen Inhaltes die Kenntnis der geologischen Lagerung der betreffenden Schichten notwendig ist, lasse ich hier über die geologischen Verhältnisse meinen Freund selbst sprechen. Schubert schreibt darüber folgendes:

»Daß zwischen den marinen Kreideablagerungen und den marinen Tertiärgesteinen der österreichischen Küstenländer ein Komplex von brackischen und Süßwasserbildungen lagert, ist seit G. Stache's ausführlichen Untersuchungen über die liburnische Stufe ja allgemein bekannt. Freilich ergaben neuere Untersuchungen, daß diese einst von G. Stache als Protocän bezeichnete Schichtgruppe nichts anderes darstellt als Untereocän, ein lediglich faciell verschiedenes Äquivalent der vicentinischen Spileccoschichten.

Die Reihe der marinen Tertiärbildungen beginnt im gesamten Küstenland und besonders auch im nördlichen Dalmatien mit Kalken, die ganz erfüllt sind mit porzellan-

schaligen imperforaten Foraminiferen. Bald sind es zunächst mit Milioliden und Peneropliden erfüllte Bänke, welche die Basis des marinen Tertiärs in Norddalmatien bilden, bald gleich Kalke mit Alveolinen, die in diesen unteren Schichten die augenfälligsten und bezeichnendsten Formen sind. Von höheren Organismen sind darin nur spärliche Reste gefunden worden, die indessen gleichwie die Alveolinen auf untermitteleocänes Alter hinweisen.

Mittleres Mitteleocän stellt sodann der Hauptnummulitenkalk dar, der wie im ganzen Küstengebiete so auch in Norddalmatien auf dem Alveolinenkalke lagert und an dessen Altersdeutung die darin massenhaft eingeschlossenen Nummuliten (*N. perforata-lucasana*, *Assilina spira* etc.) seit jeher keinen Zweifel aufkommen ließen.

Während nun die Imperforaten- und Nummulitenkalke zweifellos leicht als Absätze seichter Meeresteile erkennbar sind, verweisen die auf den Hauptnummulitenkalk und dessen oberste Grenzzone (Knollenmergel) folgenden weichen schlämmbaren Mergelgesteine, aus denen die im folgenden besprochene Mikrofauna stammt, eine beträchtliche Vertiefung Norddalmatiens nach Absatz des Hauptnummulitenkalkes. Wurden doch Sedimente bekannt, deren Bodenfauna den pelagischen Formen gegenüber derart zurücktrat, daß wir auf mindestens mehrere hundert Meter Absatztiefe schließen müssen.

Reste höherer Tiergruppen fehlen darin fast ganz, aber nach oben zu gehen diese an makroskopischen Einschlüssen so armen, an Mikroorganismen und insbesondere Foraminiferen so reichen Mergelgesteine in mehrfacher Wechsellagerung in sandig-konglomeratische Schichten über, die lokal überaus reiche Faunen von Mollusken, Echinodermen, Korallen und höher organisierten Foraminiferen (Nummuliten und Orthophragminen) enthalten.

Ich habe über diese Faunen (Ostrovica etc.), besonders im Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanstalt, 1905, und in meinem Geolog. Führer durch Dalmatien (Bornträger, 1909, p. 357) ausführlich berichtet und kann mich daher diesbezüglich hier mit dem kurzen Hinweise darauf begnügen. Die Fauna dieser Hangendschichten der weichen Foraminiferenmergel trägt noch

einen ausgesprochen mitteleocänen Charakter und stellt oberes Mitteleocän dar, zu welchem Ergebnis auch Dainelli und Oppenheim durch ihre Untefsuchungen dieser Fauna gelangten. Ja, der mitteleocäne Charakter von Ostrovica ist trotz mancher von G. Dainelli zitierter Formen (die indessen nach meiner Ansicht nicht nur möglicherweise, sondern sehr wahrscheinlich aus den in unmittelbarer Nähe des Mitteleocäns anstehenden, dasselbe überlagernden Prominaschichten stammen) derart ausgeprägt, daß Oppenheim, dieser gründlichste Kenner der Tertiärfaunen, da er die Lokalität selbst nicht kannte, an die Möglichkeit der Emporwölbung von Hauptnummulitenkalk bei Ostrovica dachte. Daß dies ausgeschlossen ist, habe ich in meiner Arbeit (1905) ausführlich dargetan; ist doch der im Hangenden der weichen Mergel befindliche Sandsteinkomplex fossilreich, während der Hauptnummulitenkalk außer Krabben und spärlichen Mollusken nur Foraminiferen enthält; außerdem sind die Hangendschichten sandig-konglomeratisch, die Liegendgesteine in kalkiger Facies entwickelt.

Ich würde diese Verhältnisse bei der Einfachheit nicht so ausführlich besprochen haben und mich auch nicht noch weiter damit beschäftigen, wenn nicht in neuerer Zeit De Stefani in seiner »Géotectonique des deux versants de l'Adriatique« den Versuch unternommen hätte, wie andere stratigraphische Details so auch das mitteleocäne Alter der von mir 1902 und 1904 in den Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt beschriebenen *Clavulina-Szabói*-Mergel, welchem Niveau auch die nachstehend besprochenen Proben und Faunen angehören, in Zweifel zu ziehen. Ich habe mich in Nr. 17/18 von 1909 und Nr. 10 von 1910 der Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt dagegen gewendet und könnte mir daher weitere Belege für das mitteleocäne Alter der Mergel, wo doch die Verhältnisse so einfach liegen, ersparen. Nun hat aber die Untersuchung eines 35 weitere Proben umfassenden Materials eben dieses nach De Stefani fraglichen Horizontes durch Prof. Liebus ergeben, daß auch, abgesehen von *Clavulina Szabói*, dieser lange Zeit als unteroligocäne Leitform aufgefaßten Foraminifere, auffallende Ähnlichkeiten zwischen der Mikrofauna des norddalmatinischen Mitteleocäns und des ungarischen Unter-

oligocäns bestehen. Diese Erscheinung ist nun eigentlich ganz und gar nicht befremdlich, wenn man bedenkt, daß die oberitalisch-ungarischen bartonisch-ligurischen Schichten die ersten in jenen Gebieten sind, die faciell den in dieser Arbeit untersuchten Mergeln des dalmatinischen Mitteleocäns gleichen, da das Eocän in jenen Gebieten zumeist nicht in Tief-, sondern in Seichtwasserfacies entwickelt ist und daher in denselben im Mitteleocän begreiflicherweise ganz andere Faunenelemente dominieren mußten.

Immerhin dürften vielleicht manche mit dem österreichisch-ungarischen Alttertiär weniger Vertraute darin abermals einen Anlaß erblicken, um nochmals das mitteleocäne Alter der dalmatinischen Mergel in Zweifel zu ziehen. Sie dürften vielleicht in dem Umstande, daß im Küstengebiete, aus dem ein Teil der Proben stammt, wie in den Proben von Banjevac, Zara und Lavsa, deren Faunen ich 1902 und 1904 veröffentlichte, die Hangendschichten der Mergel nicht mehr erhalten sind, gleich De Stefani schließen, daß hier mangels einer noch ersichtlichen Überlagerung durch mitteleocäne Schichten doch noch ein Zweifel an dem Alter der Mergel möglich sei.

Dieser Ansicht wird nun jede Berechtigung entzogen, denn außer mehreren solchen Proben, wo die weichen Mergel das jüngste erhaltene Schichtglied darstellen, sind eine ganze Reihe von Proben im nachstehenden faunistisch besprochen, deren Hangendschichten noch erhalten sind und durch ihre Fossileinschlüsse ihr mitteleocänes Alter außer Zweifel stellen. Es sind dies die Proben 1 bis 4 Ljubać, 5 Grgurica, 6 Smoković, 10 Korlat, 12 bis 18 Benkovac, 24 Bielobrieg, 27, 28 Ostrovica, 29 Točak, 30 Svi sveti.

Und zwischen der Fauna dieser Proben und der anderen besteht keinerlei Unterschied. Verschiedenheiten machen sich lediglich in facieller Beziehung nämlich insofern geltend, als in den sandigen Proben mehr Seichtwasser-, in den mergeligen mehr Tiefenformen vorhanden sind.

Außerdem kommt *Clavulina Szabói*, die Hauptform dieser ganzen Facies, die übrigens nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. E. Vadasz (Budapest) auch in Ungarn schon im Mitteleocän vorkommt, in Benkovac (Nr. 1, 4 und 5)

zusammen mit *Nummulites Guettardi, Heberti, variolaria* vor, die von P. Prever in dessen neuester Nummulitenstudie geradezu als Leitformen des oberen Lutetiens bezeichnet werden.«

Soweit der Bericht von Schubert.

Über die Foraminiferenfauna dieser Schichten finden sich in der Literatur nur drei Angaben aus Dalmatien und eine aus Istrien. Die letztere (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1904, p. 336) will ich hier übergehen und nur die drei Dalmatien betreffenden Notizen berücksichtigen.

In der ersten derselben bespricht Schubert (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1902, p. 267 ff.) die Foraminiferenfauna des mitteleocänen Globigerinenmergels von Banjevac. Er fand in diesen Schichten folgende Foraminiferen:

Rhabdamina sp.
Lagena marginata Walk et B.
» *laevis* Mont.
cf. *lagenoides* Rss.
Nodosaria cf. *subterteretata* Schwag.
Dentalina cf. *obliqua* L.
» *consobrina* d'Orb.
spinescens Rss.
mucronata Neug.
Marginulina tumida Rss.
Cristellaria rotulata Lmck.
cf. *gladius* Phil.
» *mamilligera* Karr.
» *deformis* Rss.
Spiroplecta carinata d'Orb.
Trigenerina capreolus d'Orb. sp.
» *pennatula* Batsch.
Flabellina sp.
Bigenerina nodosaria d'Orb.
Bulimina sp.
Pleurostomella brevis Schwag.
Uvigerina pygmaea d'Orb.
Polymorphina elegantissima Park. et Jon.
Cassidulina calabra Seq.
Verneuillina bronni Rss.
Gaudryina trochus d'Orb.
» *siphonella* Rss.
» sp. nov.
Clavulina Szabói Hantk.
Textularia (Gaudryina) budensis Hantk.
Anomalina rotula d'Orb.
» *grosserugosa* Gümb.
Truncatulina lobata Brady.
» *refulgens* Monti.
» *ungeriana* d'Orb.
» *pygmaea* Hantk.
Rotalia Soldanii d'Orb.
Discorbina simulatilis Schwag.
Globigerina bulloides d'Orb.
» *triloba* Rss.
Siderolina Kochi Hantk.

Die zweite Arbeit behandelt einen Globigerinen- und *Clavulina-Szabói*-Mergel von Zara (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1904, p. 115 ff.). Die Fossilliste, die Schubert darin gibt, enthält folgende Foraminiferen:

Rhabdamina abyssorum M. Sars.
» cf. *irregularis* Carp.
Reophax, Bruchstücke.
Lagena orbignyana Seq. var.
Nodosaria aff. *longiscata* d'Orb.
» *latejugata* Gümbel.
Dentalina communis d'Orb.
» *spinescens* Rss.
mucronata Neug.
» *consobrina* d'Orb.
» *subcanaliculata* Neug.
calcinulata Batsch var.
Marginulina cf. *subbullata* Hantk.
Cristellaria ultrata Montf.
» cf. *gibba* d'Orb.
mamilligera Karr.
Bigenerina nodosaria d'Orb.
Pleurostomella sp.
Uvigerina pygmaea d'Orb.
Polymorphina cf. *lanceolata* Rss.
Gaudryina trochus d'Orb.
dalmatina sp. nov.
pupoides d'Orb.
Textularia agglutinans d'Orb.
sp.
Clavulina Szabói Hantk.
Anomalina grosserugosa Gümb.
Truncatulina cf. *refulgens* Montf.
Rotalia Soldanii d'Orb.
ammophila Gümb.
Globigerina bulloides d'Orb.
» *triloba* Rss.
Sidereina Kochi Hantk.
cf. *Polytrema miniaceum* L.

Die dritte Schrift (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1904, p. 326 ff.) hat die Untersuchung eines Mergels von der Insel Lavsa (bei Incoronata) zum Gegenstande. Die Fossilliste weist folgende Foraminiferenarten auf:

Rhabdamina abyssorum M. Sars.
Haplophragmium sp.
Haplostiche cf. *dentalinoides* Rss.
Lagena sulcata Walk. et Jac., neigt zu *aculicosta*.
Lagena lagenoides Will.
Nodosaria aff. *boueana* d'Orb.
Dentalina nodosa Rss.
obliqua L.
aff. *globulicauda* Gümb.
» *Adolfina* d'Orb.
cf. *mucronata* Neug.
» cf. *nummulina* Gümb.
Glandulina aequalis Rss. var. schlanke Form.
Dimorphina variabilis Lieb. et Schub.
Cristellaria inornata d'Orb.
Cristellaria aff. *rotulata* Lmck.
Trigenerina capreolus d'Orb.
Uvigerina pygmaea d'Orb.
Polymorphina leopolitana Rss.
Cassidulina calabra Seq.
Bulimina declivis Rss.
» cf. *acuta* Rss.
Gaudryina pupoides d'Orb.
Clavulina Szabói Hantk. (*Tritaxia*-Stadium).
Anomalina grosserugosa Gümb. var.
Rotalia campanella Gümb.
ammophila Gümb.
Truncatulina Wuellerstorffi Schwag.
Globigerina bulloides d'Orb.
var. *triloba* Rss.
? *Peneroplis pertusus* Forsk.

Die Proben, die der vorliegenden Arbeit zugrunde lagen, trugen folgende Bezeichnungen:

Nr. 1. Ljubać 2*a*.
» 2. » 2*b*.
» 3. » 2*c*.
» 4. » 2*d*.
» 5. Grgurica.
» 6. Smoković.
» 7. Viduk.
» 8. Vrhe.
» 9. Prkos.
» 10. Korlat.
» 11. Gorica.
» 12. Benkovac 1.
» 13. » 2.
» 14. » 3.
» 15. » 4.
» 16. » 5.
» 17. » 6.
» 18. » 7.
Nr. 19. Krnčine.
» 20. Ruine Kapelica 1.
» 21. » » 2.
» 22. Miranje.
» 23. Miranjska jaruga.
» 24. Quelle Bielobrieg.
» 25. Kolarine.
» 26. Crkvina.
» 27. Ostrovica, Torrente Ljubavlje.
» 28. Ostrovica, Brunnen.
» 29. Quelle Točak.
» 30. Svi sveti.
» 31. Velim.
» 32. Grabovci.
» 33. Mrdakovica.
» 34. Scardona.
» 35. Bach Velištak.

Die beigefügte Kartenskizze soll die Lage der einzelnen Fundpunkte verdeutlichen.

Die Fossilführung der einzelnen Proben war sowohl der Arten- als auch der Individuenzahl nach sehr ungleich.

Geologische Charakteristik der Fundorte.

Ljubać.

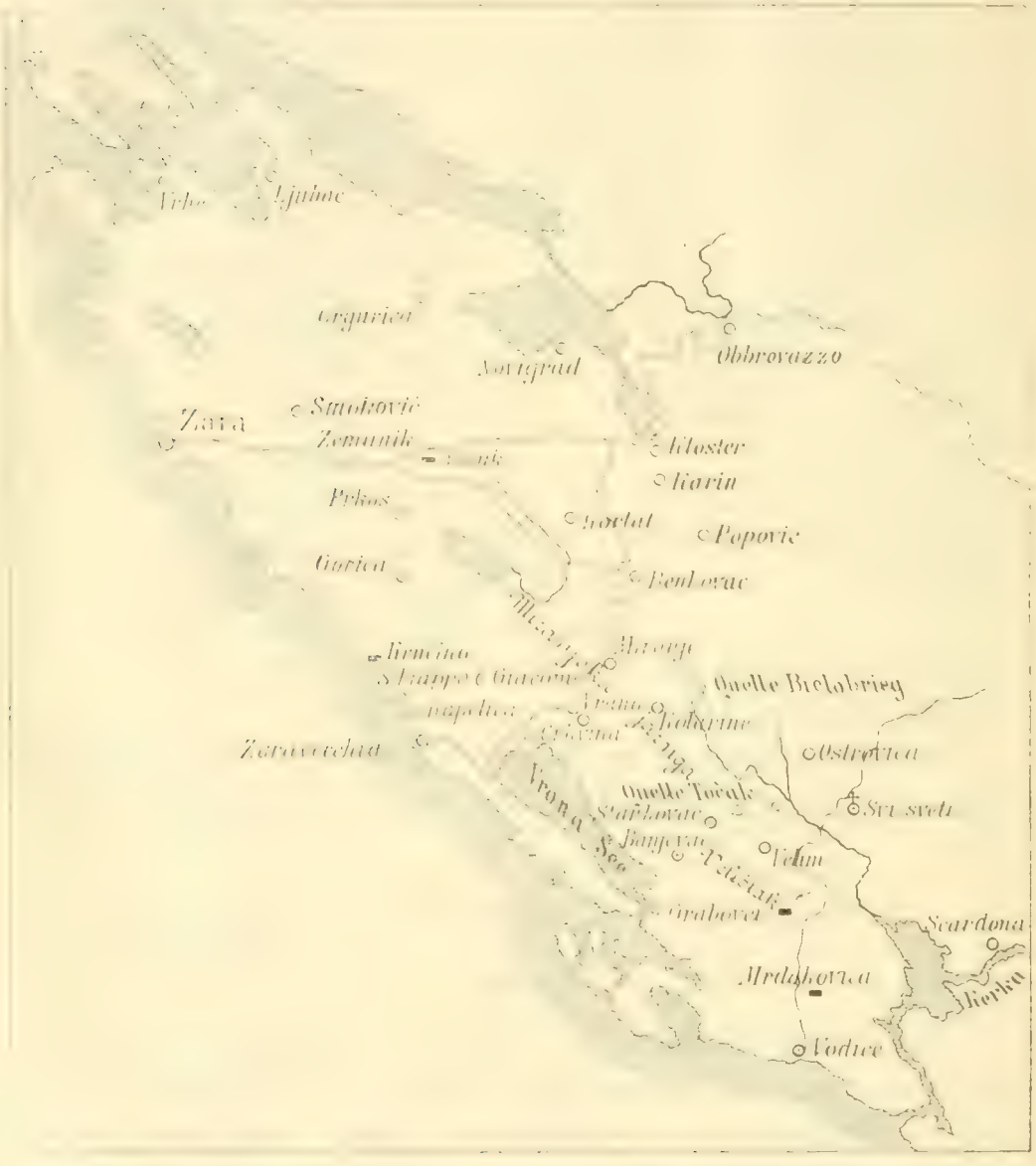
Über diese Lokalität hat Schubert gelegentlich seines Berichtes über die geologische Aufnahme des Küstenstreifens Zdrilo—Castelvenier—Ražanac (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1905, p. 278 f.) berichtet und ich verweise daher nur darauf.

Von dieser Fundstätte wurden vier Proben untersucht; sie enthielten eine spärliche Fauna und fast ausschließlich rotaliforme Arten.

Grgurica.

Dieser Ort ist ein Gehöft im Bereich von Islam latinski, im Westen des Binnenmeeres von Novigrad. Die mit dieser

Bezeichnung versehene Probe stammt aus dem Verbreitungsgebiete des oberen Mitteleocäns, und zwar wohl schon aus den obersten Partien desselben. Näher ist die Position nicht feststellbar, da gerade in diesem Gebiete die Eocängebilde in



Karte von Norddalmatien mit den Fundorten der untersuchten Proben.

reichlichem Maße von altquartären Sanden und Lehmen bedeckt sind.

Diese Mitteleocänzone gehört derselben Mulde an wie diejenige von Ljubač. Auch diese Probe war wenig reichhaltig an einzelnen Arten, war aber durch das Auftreten von verschiedenen charakteristischen Formen für die Beurteilung der Fauna wichtig.

Smoković.

Aus derselben Mulde wie die Mergel von Prkos (siehe diese) stammt auch die mit Smoković bezeichnete Probe, und zwar aus ganz analoger stratigraphischer Position, nur aus dem Gegenflügel (Südwestflügel) dieser Mulde. Auf den Hauptnummulitenkalk, in dessen Bereiche sich die Gehöfte Paravinja, Dančić, Macura, Oliverić, Relić befinden, folgen weiche Mergelgesteine, aus welchen die untersuchte Probe stammt, und zwar aus der Gegend der Kirche von Smoković. Überlagert werden diese Mergel hier mit vollster Klarheit von Kalksandsteinen und Konglomeraten, in welchen mitteleocäne Fossilien vorkommen (*Numm. perforata-lucasana*, *Assilina exponens*, auch *Velates schmiedelianus*). Diese Sandstein- und Konglomeratzone bildet eine deutliche Mulde und wird in einer von Goleš über Draga Dračić—Rasković sich erstreckenden Linie gleichfalls von Hauptnummulitenkalk unterlagert. Diese Sandstein- und Konglomeratzone entspricht petrographisch und faunistisch wie auch bezüglich ihrer stratigraphischen Position vollständig jener von Islam—Benkovac—Ostrovica, deren Reichtum an makroskopischen Fossilien seit langem bekannt ist. Die Probe lieferte 35 Foraminiferenarten.

Viduk.

Dieser Fundort ist ein Gehöft westlich des Binnenmeeres von Karin, und zwar an der Grenze der Prominaplattenmergel und jener schmalen Aufbruchzone mitteleocäner Mergel, welche sich in der südöstlichen Fortsetzung der Kreide- und Eocänkalkaufwölbung vom Südwestrande des Binnenmeeres von Novigrad bis gegen die von Zara nach Obrovazzo führende Straße hinzieht. Ob das Gestein, dem diese Probe entstammt, noch mittel- oder schon obereocän ist, kann nach einer Mitteilung Schubert's im Terrain weder nach den Lagerungsverhältnissen noch nach der petrographischen Beschaffenheit unterschieden werden. Die Fossilführung kann als reichlich bezeichnet werden, die Fossilienliste zeigt keine besonderen Abweichungen gegenüber der anderer Fundorte.

Vrhe.

Westlich der weiten Muldenzone von Ljubać schaltet sich im Alveolinenkalk eine zweite, doch bedeutend schmälere Mulde ein, zunächst vom Hauptnummulitenkalk gebildet. Von der Ortschaft Vrhe (Vrši) an enthält sie auch weiche Mergel. Allerdings sind diese in dem Kulturengebiet, das sich von dieser Ortschaft zum Meere, zum Porto Lorenzo erstreckt, mit diluvialen Sanden überdeckt, so daß sie nur an ganz kleinen Partien am Absturz dieser Quartärzone, unter den altquartären Sanden zutage treten. Einer solchen Partie, die Schubert in der östlichsten Ecke dieses Hafens entblößt fand (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1907, p. 16), ist die Probe entnommen. Es sind dies graue Mergel, die dort mit südwest einfallenden Kalksandsteinen wechsellagern. Die Probe ist sehr reich an Foraminiferen, sie lieferte 43 Arten, die für die Beurteilung der Fauna wichtige Anhaltspunkte ergaben. Schubert fand darin, wie er l. c. anführt, auch *Clavulina-Szabói* und Bathysiphonfragmente.

Prkos.

Die Mergel dieser Probe stammen aus dem unmittelbaren Hangenden des mit Gümbelien, Assilinen und großen Paronäen erfüllten Hauptnummulitenkalkes beim Gehöfte Prkos, das sich etwa in der Mitte zwischen Unter-Zemunik und dem Wintersee von Nadin befindet. Der Hauptnummulitenkalk umsäumt hier eine Imperforatenkalkzone, in deren Achse am Nordwestrande des Nadinsees ein Rudistenkalksattel aufbricht.

Zwischen dem Hauptnummulitenkalke von Prkos und demjenigen, der beim Hügel Goleš, nördlich der von Zara nach Obrovazzo führenden Straße, wieder aufbricht, erstreckt sich ein weites, vielfach mit Sümpfen bedecktes Gelände, dessen Grundlage weiche mitteleocäne Mergel bilden. Aus den tiefsten Partien derselben stammt diese Probe.

Interessant ist ihr Fossilieninhalt. Mit Ausnahme der planktonischen *Globigerina bulloides* d'Orb. enthält sie nur kieselige Formen, dabei ungemein viele Bruchstücke von *Rhabdammina abyssorum* Sars, auch vom aufgeblasenen Zentralteil derselben, der sehr grob agglutiniert ist.

Korlat.

Diese Lokalität befindet sich etwa in der Mitte zwischen Benkovac und Smilčić, in jener weiten Zone mitteleocäner Mergel und Sandsteine, die sich zwischen der Kreide-Eocänkalkaufwölbung von Nadin und dem Verbreitungsgebiete der Prominaschichten erstreckt. Diese Probe stammt demnach aus derselben Mergelzone wie Grgurica bei Islam und wie die mit Benkovac bezeichneten Proben, und zwar vom Brunnen Raškovac südlich des Ortes an dem von Smilčić nach Benkovac führenden Wege. Das Liegende dieser Mergelgesteine ist auch hier der Hauptnummulitenkalk, das Hangende die Kalksandsteine des oberen Mitteleocäns und weiterhin gegen Nordosten die obereocänen Plattenkalke der Prominaschichten. An Fossilien ist die Probe sehr reich; sie lieferte 65 Arten, die in ihrer Gesamtheit für die Beurteilung der Fauna von großer Wichtigkeit sind.

Sie verteilen sich auf 28 Gattungen, von denen wieder die rotaliformen *Truncatulina*, *Pulvinulina*, *Discorbina* und *Rotalia* die arten- und individuenreichsten sind.

Gorica.

Die mit dieser Bezeichnung versehene Probe stammt aus der nächsten Umgebung von Gorica, zwischen dem Nadinsee und dem Kanal von Zara, aus der Nähe des Brunnens Lokvenjak, im Westen des Ortes Gorica. Dort sind in der Mitte der steil und eng zusammengepreßten Mulde von Alveolinenkalk und Hauptnummulitenkalk auch kleine Partien von mitteleocänen Mergeln erhalten und lokal entblößt. Die erwähnte Probe stammt nach den gesamten Lagerungsverhältnissen offenbar aus den tiefsten Schichten des Mergelkomplexes in geringer Entfernung über dem Hauptnummulitenkalk.

Diese Eocängebilde sind hier wie namentlich auch weiter im Süden mit altquartären und alluvialen Bildungen bedeckt, dürften aber der Muldenzone von Banjevac oder einer ihr südwestwärts vorgelagerten Muldenzone angehören.

Die Probe enthielt 40 Foraminiferenarten.

Benkovac.

Das Gelände, welches sich nordöstlich der aus Alveolinenkalk bestehenden Aufwölbung von Perusić zu beiden Seiten der von Benkovac zu den Brücken von Bribir führenden Straße erstreckt, besteht[1] aus nordöstlich einfallenden, mitteleocänen Schichten von wechselnder petrographischer Beschaffenheit. Weiche, helle, gelbliche bis bläuliche Kalkmergel wechseln mit harten kalkigsandigen Schichten von verschiedener Mächtigkeit, die bald feste Bänke darstellen, welche unter einer bräunlichen Verwitterungskruste einen bläulichgrauen Kern erkennen lassen, bald leicht zerbröckeln.

Während die weichen schlämmbaren Mergel zumeist lediglich Mikroorganismen enthalten, manchmal jedoch auch reich an Orbitoiden (Orthophragminen) und Nummuliten sind, enthalten die leicht zerbröckelnden sandigen Kalkmergel auch Reste höherer Tiere, besonders von Echinodermen und Mollusken, wie

Porocidaris Schmideli,
Velates Schmidelianus,
Natica sp. sp.
Pecten Venetorum,
Vulsella elongata.

Aus diesem Schichtenkomplexe, also aus etwas höheren Schichten als die meisten anderen, stammen die unter Benkovac 1 bis 7 angeführten Proben, und zwar aus dem seichten Wasserrisse, welcher sich von der erwähnten Poststraße in der Nähe des Wirtshauses Vrčil südwestwärts hinabzieht.

Die Fossilführung derselben ist ungleich, sie stimmen aber in einzelnen charakteristischen Arten der Gattungen *Clavulina*,

[1] Siehe Schubert, Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1903, p. 211 und 279; Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, 1905, p. 172.

Verneuillina, Rhabdammina, Reophax, Gaudryina, Dendrophrya und *Globigerina* überein. In der Probe Benkovac 3 fand sich eine Anzahl großer, weiter nicht bestimmbarer Milioliden-steinkerne vor, in der Probe Benkovac 7 wurde *Pulvinulina Micheliniana* d'Orb. konstatiert.

Krnčina (Krmčina).

Dieser Fundort liegt in der Streichungsrichtung der Höhe mit der Ruine Kapelica (siehe dieses) und befindet sich gleichfalls an der Nordostküste des Kanals von Pašman. Während jedoch bei S. Filippo e Giacomo die Mulde einen flacheren Südwest- und einen steiler gestellten Nordostflügel besitzt, ist sie bei Krnčina auf eine kurze Strecke vom Rudistenkalk des nordostwärts folgenden Sattels überschoben. Bei Krnčina liegt der Rudistenkalk auf den weichen, gelblichen und bläulichen Mergeln des Mitteleocäns, aus welchen die untersuchte Probe stammt und welche eine Strecke weit die Küste bilden. In diesem Mergel befinden sich auch die Brunnen von Krnčina, die infolge der Undurchlässigkeit derselben trotz der großen Nähe des Meeres nicht brackisch sind.

Ähnlich verhält es sich auch mit den Brunnen von S. Filippo e Giacomo, die gleichfalls an die erwähnten mitteleocänen Mergel geknüpft sind. Zwischen dieser letztgenannten Ortschaft und Krnčina treten die Mergel längs der vom Matulje put an ersichtlichen Überschiebungslinie zutage und liegen auch zum Teil so wenig tief unter der Oberfläche, daß der Boden dort hellgelb gefärbt und vom Ackerboden auffällig verschieden erscheint. Aus derselben Muldenzone stammen auch die Mergel von Zara, deren Mikrofauna von Schubert (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1904, p. 115) besprochen wurde.

Bezüglich der Fossilführung schließt sich auch diese Probe an die von Zara an. Im besonderen wäre auch hier das sehr zahlreiche Auftreten der *Gaudryina dalmatina* Schub. und der *Globigerina bulloides* d'Orb. zu betonen. Diese bilden im Vereine mit *Spiroplecta, Clavulina* und *Pullenia* den wichtigsten Bestandteil der Probe.

Ruine Kapelica.

Helle, weiche, gelbliche bis bläuliche Mergel fanden sich auch bei der auf dem Spezialkartenblatte Zaravecchia—Stretto als Ruine Kapelica bezeichneten Lokalität an der Nordostküste des Kanals von Pašman zwischen Zaravecchia und S. Filippo e Giacomo. Dort treten sie in der Einbuchtung bei Kote 8 der Spezialkarte südöstlich der erwähnten Ruine unter einer $^1/_2$ *m* betragenden Lage rotgefärbten Humus und 2 *m* mächtigen Konkretionen führenden altquartären Lösses zutage und bilden offenbar auch hier das Innerste einer von Zaravecchia nordwestwärts streichenden Mulde.

Die beiden Proben sind bezüglich des Fossilreichtums sehr verschieden; die Kapelica I enthält 40, Kapelica II nur 18 Arten.

Miranje und Miranjska jaruga

liegen innerhalb derselben Muldenzone von Stankovac, nur weiter nordwestlich von diesem Orte. Die mit der Bezeichnung Miranje versehene Probe ist den hellgrauen mitteleocänen Mergeln des Nordostflügels der Mulde entnommen, nahe an der von Zaravecchia nach Benkovac führenden Straße, und zwar in ganz geringer Höhe über dem Knollenmergel und Hauptnummulitenkalk des Nordostflügels.

Die Probe mit der Bezeichnung »Miranjska jaruga« dagegen stammt aus dem Südwestflügel der Mulde, aus der »Jaruga«, dem vertieften Bachbette südlich der erwähnten Straße, wo die betreffenden Mergel von Schwemmland entblößt sind.

Die Anzahl der gefundenen Foraminiferen ist bei beiden fast die gleiche, die Zusammengehörigkeit der beiden Proben wird auch durch die fast ganz identische Fossilienliste gekennzeichnet.

Quelle Bielobrieg.

Ein hellgelber, zum Teil auch weißlicher und bläulich geflammter Mergel, der bei der Quelle Bielobrieg und in der südlich davon gelegenen Mühle aufgeschlossen ist, lieferte das

Material dieser Schlämmprobe. Die Quelle befindet sich im Tale des Torrente Polača, südlich der von Benkovac nach Bribir führenden Poststraße, und zwar zwischen dem Bergrücken Stražbenica westlich und den Gehöften Bulić—Lepuri stan östlich der Straße.

Der Mergel gehört, wie die anderen Proben, dem Mitteleocän an, denn er wird von fossilreichen Kalksandsteinen des oberen Mitteleocäns (Ostrovicaniveau) überlagert und erst darüber liegen die Plattenkalke der Prominaschichten.

Unter den 32 Foraminiferenarten sind wieder die agglutinierten Formen *Reophax*, *Spiroplecta*, *Gaudryina*, *Verneuilina*, *Clavulina* (hier das einzige Mal *Cl. gaudryinoides* Forn.), *Tritaxia*, besonders aber die grobagglutinierte *Haplophragmium Andraei* n. sp. bemerkenswert, denen verhältnismäßig wenig reinplanktonische gegenüberstehen.

Kolarine.

Im Westen der eben erwähnten Fundstelle Bielobrieg befindet sich die Ortschaft Kolarine, bei welcher sich die zwischen den Höhenzügen Stražbenica - Vukšić einerseits und Stankovac andrerseits stark verdrückte Tertiärmulde erweitert, indem außer Alveolinenkalk auch Hauptnummulitenkalk und mitteleocäne plastische Mergel sich als Inneres der Mulde einschalten. Die mit der Bezeichnung Kolarine versehene Probe stammt aus diesen jüngsten, dort erhaltenen Schichten nordwestlich der erwähnten Ortschaft aus der Gegend des Brunnens Filipovac.

Ihre Fossilführung ist nicht allzu reichlich.

Crkvina.

Diese Probe entstammt den weichen schlämmbaren Mergeln, die bei dem auf der Spezialkarte Zaravecchia—Stretto mit Crkvina bezeichneten alten Baurest (in der Nordwestecke des Vranasees bei Zaravecchia) gefunden wurden. Sie sind dort in einem seichten Wasserrisse entblößt und bilden da das Innerste einer Mulde. Ihr Liegendes stellt der Hauptnummulitenkalk und weiterhin Imperforatenkalk dar. Ihr mitteleocänes Alter ist trotz des Fehlens jüngerer Bildungen sicher.

Weiter nordwestlich wird das Innere dieser Muldenzone nur vom Hauptnummulitenkalk gebildet, außerdem ist ein Teil ihres Nordostflügels jetzt unter dem Wasserspiegel des Vranasees. Die Probe lieferte 40 Foraminiferenarten, darunter *Reophax*, *Spiroplecta*, *Gaudryina*, *Pullenia* und *Globigerina*.

Ostrovica.

Die mit dieser Bezeichnung versehenen Proben stammen von der altbekannten Fossillokalität, über deren makroskopische Faunen Schubert an anderer Stelle[1] bereits so ausführlich berichtete, daß hier nur darauf hingewiesen sein mag. An derselben Stelle ist ein Durchschnittsprofil durch die Eocänschichten der Umgebung von Ostrovica gegeben, welches hier nochmals angeführt sein mag.

Von oben nach unten vermag man zu beobachten:

1. Konglomerate;

2. Plattenmergel, in den untersten Lagen vielfach wenig plattig, mit Pflanzenresten;

3. sandige Mergel mit Orthophragminen oder Korallen und Gastropoden (*Velates* usw.), auch Lagen, in denen Orthophragminen, *Nummulites perforata* und *complanata* sowie Korallen gemischt vorkommen;

4. blaue und gelbe, knollige, meist verdrückte Mergel mit *Nummulites perforata*;

5. weiche Mergel mit härteren Kalksandsteinbänken, auch vereinzelten Geröllen und Fossilien;

6. Plattenmergel, meist versteinerungslos;

7. Kalksandsteine und Breccien;

8. weiche helle Mergel mit härteren Mergel- und Sandsteinbänken.

1 und 2 gehören in den Komplex der Prominaschichten, 3 bis 8 dem oberen Mitteleocän an. Die geschlämmten Proben stammen aus 5 und 8, wie auch die meisten übrigen in dieser Arbeit besprochenen weichen dalmatinischen Foraminiferen-

[1] Dr. R. Schubert, Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1905, LV. Bd., p. 166 ff.; Geolog. Führer durch Dalmatien, Verl. Bornträger, Berlin 1909, p. 31 ff.

gesteine diesem Niveau angehören, das ganz zweifellos von Schichten mit der reichen und typisch mitteleocänen Nummuliten- und Molluskenfauna überlagert wird.

Die beiden Proben waren bezüglich der Fossilführung mehr individuen- als artenreich, die Fauna fügt sich der von anderen Fundorten stammenden ganz zwanglos an. Über das Auftreten der zweifellos rezenten Formen siehe p. 889.

Quelle Točak.

Bezüglich der Lagerungsverhältnisse entspricht diese Lokalität sehr der Quelle Bielobrieg. Die Quelle Točak entspringt am Südrande des weiten Sumpfgebietes von Lišane (bei Ostrovica) und zeigt in ihrer Umgebung gleichfalls reiche gelbliche und bläulich geflammte mergelige Gesteine von mitteleocänem Alter entblößt; aus diesen stammt die Probe, welche die im folgenden angeführten Formen enthält. Bei Točak werden die Mergel übrigens von einer noch sicher mitteleocänen Konglomeratbank überlagert, deren Gemengteile aus Gerölle von Rudisten-, Alveolinen- und Nummulitenkalk bestehen. Die Probe enthielt nur spärliche Foraminiferen.

Svi sveti.

Diese aus weißlichen Kalkmergeln bestehende Probe stammt aus dem unmittelbaren Hangenden des Hauptnummulitenkalkes und wurde von Schubert an der von Zaton (bei Sebenico) nach den Brücken von Bribir (Mostine) führenden Straße bei der Kapelle Svi sveti (Allerheiligen) gesammelt, also dort, wo die Straße nach Überschreitung der Kerković-aufwölbung in die Ebene von Piramatovci tritt. Die sie dort überlagernden Plattenkalke hat Schubert auf der geologischen Spezialkarte (Blatt Zaravecchia - Stretto) als bereits dem Komplex der Prominaschichten angehörig eingetragen, glaubt aber nach einer brieflichen Mitteilung, nach Analogie der im übrigen Norddalmatien beobachteten diesbezüglichen Verhältnisse, daß auch diese Plattenkalke noch in den Bereich des oberen Mitteleocäns gehören dürften.

Die Probe war sehr fossilreich, enthielt 61 Arten, unter denen die *Lagena striata* d'Orb. zu erwähnen wäre, da sie in

zwei Ausbildungen, geflügelt und ungeflügelt, auftritt, dann unter den agglutinierten Formen das einzige Mal *Haplostiche Soldanii* Jones et Park. Im übrigen schließt sich die Faunenliste an die anderen an.

Velim.

Die mit dieser Bezeichnung versehene Probe wurde am Nordostrande des Stankovac polje gesammelt, wo dieses bereits beträchtlich weit ist. Das Polje ist im südlichsten Teile von den Gehöften Klarić—Velim bis zum Velištakbächlein mit diluvialen Sanden erfüllt, unter welchen im Muldeninneren helle weiche Mergel des Mitteleocäns lagern. Diesen entstammt die untersuchte Probe.

Ganz aus der Nähe, aus dem Einschnitt des Velištakbächleins selbst, rührt eine weitere mit Velištak (Nr. 35) bezeichnete Probe.

Grabovci.

In ihrem Unterlaufe zwischen dem Prokljansee und dem Längstale von Sebenico wird die Kerka von einem dort aus Kosinaschichten und Alveolinenkalk bestehenden Eocänzuge gequert, welcher weiter nordwestwärts über die Kuppe Kosa und am Gehöfte Gačelezi vorbei in das Polje von Stankovac streicht. Bis etwa gegen das Gehöft Grabovci sind in dieser Muldenzone lediglich Kalke (auch Nummulitenkalk) erhalten, bei diesem Gehöfte jedoch weitet sich die Muldenzone bedeutend und in ihrer Achse nehmen auch die weichen Mergel des Mitteleocäns einen beträchtlichen Anteil am Aufbau.

Die in Rede stehende Probe stammt aus diesem südöstlichsten Mergelvorkommen der Muldenzone von Stankovac vom Brunnen nordöstlich des Gehöftes Grabovci.

Die Fossilliste enthält 56 Arten, unter denen besonders zu erwähnen wären: *Marginulina ensiformis* v. Mnst. und *Pseudotextularia globulosa* Ehrbg.

Mrdakovica.

Die mit dieser Lokalitätsangabe versehene Probe stammt aus der Umgebung der Lokva (Tümpel), die sich beim Gehöfte

Mrdakovica an dem Fahrwege von Zaton (bei Sebenico) nach Banjevac befindet. Dort stoßen die gegen Südwesten regelmäßig vom Knollenmergel und Hauptnummulitenkalk und sodann vom Imperforatenkalk unterlagerten weichen Mergel ostwärts an Kreidekalk, und zwar an einer Störungslinie, die teilweise wenigstens eine Überschiebungslinie ist.

Derselben Muldenzone gehören die weichen Kalkmergel beim Brunnen Mišec von Banjevac an, deren Foraminiferenfauna von Schubert (Verh. der k. k. Geolog. Reichanstalt, 1902, p. 267) beschrieben wurde.

Die Probe Mrdakovica war eine der fossilreichsten und lieferte 71 Arten, unter denen außer den schon öfter erwähnten Tiefseecharakterformen die *Flabellinella praemucronata* Lieb. et Schub. anzuführen wäre.

Scardona.

Diese Probe stammt aus der Gegend nordwestlich des Ortes Scardona, an der nach Ponte di Bribir führenden Straße, aus der Gegend der Quelle Vrbica.

Bach Velištak (siehe Velim).

Die Faunen dieser beiden Proben haben viel Ähnlichkeit mit der von Mrdakovica.

Nummuliten und Orbitoiden fanden sich in größerer Anzahl und bestimmbaren Exemplaren nur in den Proben Nr. 12 bis 16 (Benkovac 1 bis 5) vor. Herr Dr. Prever vom Geologischen Museum in Turin hatte die Güte, diese Fossilien durchzuprüfen, wofür ihm an dieser Stelle der herzlichste Dank ausgesprochen sein möge.

Die Bestimmungen ergaben:

Probe Nr. 12. Benkovac 1.

Paronaea Guettardi D'Arch.
» *Heberti* D'Arch.
» *variolaria* Lmk.
Orthophragmina nummulitica Gümb.
» *Marthae* Schlumb.
» *stratiolata* Gümb.

Probe Nr. 13. Benkovac 2.

Paronaea Guettardi D'Arch.
» *variolaria* Lmk.
venosa Ficht et Moll.
Orthophragmina scalaris Schlumb.

Probe Nr. 14. Benkovac 3.

Paronaea Guettardi D'Arch.
» *Ramondi* Defr.
» *subramondi* De la H.
» *Heberti* D'Arch.
» *variolaria* Lmk.
Orthophragmina nummulitica Gümb.
» *Marthae* Schlumb.
dispansa Sow.

Probe Nr. 15. Benkovac 4.

Paronaea Guettardi D'Arch.
» *variolaria* Lmk.
Orthophragmina applanata Gümb.
nummulitica Gümb.
» *Marthae* Schlumb.

Probe Nr. 16. Benkovac 5.

Paronaea Guettardi D'Arch.
Orthophragmina Bartholomei Schlumb.
» *applanata* Gümb.
scalaris Schlumb.
» *nummulitica* Gümb.
» *Marthae* Schlumb.
» *varians* Kaufm.

Für den Vergleich mit den früheren Nummulitenzonen Prever's (Boll. dalla Soc. Geol. Ital., vol. XXII [1903], III, p. 473) kommt hier nur *Paronaea Guettardi* D'Arch. in Betracht, die für die fünfte Stufe Prever's, also für das untere Bartonien kennzeichnend wäre. Schwager erwähnt aber dieselbe Form (Paläontogr., Bd. XXX, p. 171, Taf. XXX, 29 bis 42) aus dem oberen Eocän Ägyptens.

Paronaea Heberti, variolaria, Ramondi, subramondi sind aus dem unteren Eocän Ägyptens, der Lybischen Stufe bekannt.

Von den Orbitoiden besitzt *Orth. nummulitica* Gümb. eine weitere Verbreitung (nach Oppenheim schon im Spilecco, dann im Mitteleocän von Bayern und nach Uhlig in noch jüngeren Bildungen bei Vola lužanska). *Orth. strophiolata* Gümb. ist ebenfalls aus dem Untereocän bekannt. *Orth. dispansa* Sow. ist eine Form der untereocänen Kressenberger Schichten, kommt nach Gümbel auch im Priabonien vor.

Orth. applanata Gümb. ist nach Oppenheim die häufigste Form des Priabonien, wenn sie auch schon in den Giovannituffen auftritt und wahrscheinlich ins Oligocän hinüberreicht.

Auch die übrigen Nummuliten und Orthophragminen kommen im oberen Mitteleocän und im Obereocän vor. In der neuen (noch im Drucke befindlichen) Tabelle Prever's erscheinen aber als Leitformen des oberen Mitteleocäns (Luteziano sup.) *Par. Guettardi* D'Arch., *Par. venosa* Ficht et Moll, *Par. Ramondi* Defr. und *Par. variolaria* Lmk., was gut mit ihrer Lagerung in Dalmatien stimmt.

Charakter der Fauna.

Sehen wir auch von den spärlich fossilführenden Proben Ljubač 2*a* bis *d*, Grgurica, Prkos, Benkovac 1 bis 7, Kapelica 2, Kolarine, Ostrovica, Točak und Velim ab, so bleiben uns noch die anderen Proben mit ihrer reichlichen Fossilführung zur Charakterisierung der Fauna übrig.

Bemerkenswert ist zunächst der große Prozentsatz von kieseligen Formen, der sich weniger in der Arten- als in der Individuenzahl kundgibt.

So ist *Reophax* mit 5 Arten, *Textularia* mit 4, *Spiroplecta* mit 4, *Bigenerina, Climacammina, Trigenerina, Haplostiche, Verneuillina, Cyclammina, Rhabdammina, Dendrophrya* und *Tritaxia* mit je 1 kieseligen Art. *Clavulina* mit 4, *Gaudryina* mit 8, *Haplophragmium* mit 2 Arten vertreten. Dabei ist zu bemerken, daß an Individuenzahl beispielsweise *Gaudryina dalmatina* Schub. in einzelnen Proben die übrigen Arten bei weitem übertrifft. Der Schlämmrückstand anderer Proben zeigt

außerdem sehr viele Bruchstücke von kieselig-agglutinierten Arten, deren Bestimmung nur annäherungsweise möglich ist.

Durch das Vorhandensein dieser grobagglutinierten benthonischen Formen wird unser Augenmerk auf die Planktonformen gerichtet. Walther gibt in »Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft, II. Teil, Lebensweise der Meertiere«, Jena 1893, p. 211 f., 21 echte rezente Planktonarten von Foraminiferen an, von denen weitaus die meisten der Gattung *Globigerina* angehören. Von diesen 21 kommen *Globigerina bulloides*, *Gl. inflata*, *Pulvulina tumida*, *Pulv. Micheliniana* und *Pulv. crassa*, also 5 Arten, auch in unserer Fauna vor. Die übrigen von Walther erwähnten Planktonformen verteilen sich noch auf die Gattungen *Hastigerina*, *Pullenia*, *Sphaeroidina*, *Candeina*, *Cymbalopora* und *Orbulina*, so daß an der Zusammensetzung des Planktons 8 Gattungen Anteil haben. Von diesen sind 5 Gattungen: *Globigerina*, *Pullenia*, *Sphaeroidina*, *Pulvinulina*, *Cymbalopora* auch hier vertreten. Dazu kommt noch das Auftreten der hauptsächlich kretazischen Planktonform *Pseudotextularia globulosa* Ehrbg. Dabei ist *Globigerina bulloides* d'Orb. in einzelnen Proben, z. B. Velištak, so häufig, daß sie, abgesehen von den nur in wenigen Exemplaren auftretenden übrigen Formen, den Hauptanteil am Schlämmrückstand der Probe hat.

Zu diesem zweiten Bestandteil der Fauna tritt noch ein dritter hinzu, nämlich Foraminiferen, die, ohne eigentliche Planktonformen zu sein oder benthonisch aufzutreten, doch erst in einer gewissen Entfernung von der Küste in größeren Tiefen gefunden wurden. Es sind dies z. B. *Uvigerina asperula*, *Uvig. pygmaea*, *Truncatulina grosserugosa*, *Tr. Wuellerstorffi*, *Tr. refulgens*, *Tr. praecincta*, *Rotalia Soldanii*, die zartschaligen Nodosarien u. m. a.

Schubert führt in einer seiner Faunenlisten (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1902, p. 268) auch die sonst nur rezent bekannte Tiefseeform *Truncatulina tenera* Brady an. In einigen der vorliegenden Proben kommt in einigen Exemplaren eine Form vor, die ich mit *Pulvinulina umbonata* Rss. identifizierte, die auch Brady (Chall. Rep., p. 696) als isomorph mit seiner *Truncatulina tenera* (Chall. Rep., p. 665, Pl. XCV, Fig. 11, *a*, *b*, *c*) bezeichnet. Da ich bei der vorliegenden Form nur feine Poren nachweisen konnte, ist ihre Unterbringung

bei *Pulvinulina umbonata* gerechtfertigt. Zu weiteren Untersuchungen waren die Exemplare zu klein. Nach einer brieflichen Mitteilung von Schubert hatte er ursprünglich diese Form ebenfalls als *Pulvinulina umbonata* Rss. angesehen, sie aber hauptsächlich wegen des Vorhandenseins einer Lippe und der geschwungenen Nähte der Umbilikarseite zu *Truncatulina tenera* Brady gezogen.

Diesen allen gegenüber fällt das Zurücktreten der Küstenformen, der Milioliden und Spiroloculinen auf.

Wir können demnach die Foraminiferenabsätze der mitteleocänen Mergelschichten von Dalmatien als Ablagerungen eines tiefen Meeres ansehen.

Vergleich der vorliegenden Fauna mit anderen und Schlußfolgerungen.

Im allgemeinen sind einzelne Foraminiferen, mit Ausnahme der Nummuliten und Orbitoiden, als Leitfossilien schlecht zu verwenden. Nur eine fossile Foraminiferenart behauptete in dieser Beziehung hartnäckig ihre bevorzugte Stellung; es ist dies *Clavulina Szabói* Hantk., nach der Hantken einen Horizont der ältesten Oligocänschichten benannte. Es war ein glücklicher Zufall, daß dieses Fossil in der unmittelbaren Folgezeit auch immer in oligocänen Ablagerungen gefunden und die Identität mit *Rhabdogonium Haeringense* Gümb. von Hantken nur nebenbei berührt wurde.

Das Auftreten dieser Form in einer sicher mitteleocänen Schichtgruppe — über das Alter ist nach den Ausführungen Schubert's kein Zweifel — entkleidet nun auch dieses Fossil seiner bevorzugten Stellung.

Für einen exakten faunistischen Vergleich ist die Berücksichtigung aller Formen einer Fauna erforderlich. Am nächsten liegen da die Eocänfaunen von Frankreich (Terquem), von Bayern (Gümbel) und von Ägypten (Schwager).

Führt man den Vergleich den einzelnen Arten nach durch, so ergeben sich zwischen der Kleintierwelt des Pariser und des dalmatinischen Eocäns in beiden Faunen 9 gemeinsame Arten, die auf die Zahl 14 steigen, wenn die zweifellos identischen, aber mit verschiedenen Namen bezeichneten

Formen berücksichtigt werden. Nicht viel besser gestaltet sich das Verhältnis beim Vergleiche mit der Eocänfauna von Ägypten. Hier ist das Verhältnis 11 und 14 ohne Nummuliten und Orbitoiden, doch müssen wir die Ähnlichkeit dieser Fauna eine bessere nennen, da die identischen Arten mehr ausgeprägtere Typen darstellen, während sie dort mehr allgemein verbreitete Arten enthalten. Am besten von diesen dreien gestaltet sich der Vergleich mit dem bayerischen Eocän. Die Vergleichszahlen sind da 21, beziehungsweise 28 Arten, wiederum ohne Nummuliten und Orbitoiden.

Ganz andere Vergleichszahlen erhalten wir, wenn wir oligocäne Faunen berücksichtigen. Da steht die Fauna der bayerischen Molasse mit 70 identischen Arten obenan, die Fauna der *Clavulina-Szaboi*-Schichten Ungarns hat deren 68, die Fauna des Bryozoënhorizontes von Priabona 56, die der Euganeen 42 aufzuweisen.

Das sind nur einige wenige Vergleiche. Wir ersehen aber aus ihnen, daß die in den Mergelschichten des dalmatinischen Mitteleocäns enthaltene Foraminiferenfauna eine weit höhere Entwicklungsstufe aufweist, als man für ihr eocänes Alter erwarten würde. Mit diesen Ergebnissen stehen auch die im Einklange, die man aus den eingangs erwähnten Faunenlisten Schubert's folgern kann. Für diese Erscheinung gibt es keine andere Erklärung als die, daß wir in diesen mitteleocänen Foraminiferenabsätzen Dalmatiens das früheste Auftreten, vielleicht den Entstehungsherd einer Fauna zu erblicken haben, die später zu Beginn des Oligocäns, im Priabonien, wie Oppenheim (Paläontogr., Bd. XLVII, N. F. 23 [1900—1901]) nachgewiesen hat, eine weite longitudinale Ausbreitung und eine große Breitenausdehnung gewonnen hat.

Ein Beweis für diese Ansicht ist auch die Tatsache, daß dort, wo in der Oligocän- und unserer Eocänfauna dieselben Arten auftreten, immer, soweit die Identität sogenannte »Mischformen« betrifft, die eocänen den einfacheren, die oligocänen den entwickelten Typus vorstellen.

Nicht ohne Interesse scheint das Vorkommen bisher nur kretazisch bekannt gewesener Typen zu sein: *Truncatulina*

constricta Hag., *Dimorphina variabilis* Lieb. et Schub., *Flabellinella praemucronata* Lieb. et Schub., *Spiroloculina Waageni* Lieb. et Schub., *Cristellaria secans* Rss. und *Cymbalopora radiata* Hag.

Beachtenswert wäre noch das Auftreten von zweifellos rezenten Formen in diesen Schlämmproben, Formen, deren Gehäuse noch das frische Aussehen und den hellen Glanz hatten, als wären sie vor kurzer Zeit erst gedredscht worden. Sie konnten von anderen rezenten Arten, mit denen sie verglichen wurden, kaum unterschieden werden.

Die Fundorte, in deren Proben sie auftreten, sind Korlat, Kapelica, Crkvina, Ostrovica und Scardona. Leicht erklärlich ist ihr Vorkommen bei Kapelica und Scardona aus der unmittelbaren Nähe des Meeres, bei Crkvina aus der Lage dieses Ortes am Vranasee, dessen Fauna nach anderen Untersuchungen als eine Meeresreliktenfauna anzusehen ist. Da bleiben noch die zwei Orte Korlat und Ostrovica übrig, die ziemlich weit im Lande liegen, bei denen eine derartige Herkunft als Erklärung nicht herangezogen werden kann, bei denen für das Vorkommen von unzweifelhaft rezenten Arten nur die Erklärung eines Windtransportes übrigbleibt (Walther, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. II. Teil, Die Lebensweise der Meerestiere, Jena 1893, p. 214). Die Arten, die hierbei in Betracht kommen, sind: *Truncatulina refulgens* Montf., *Planorbulina mediterranensis* d'Orb., *Polystomella macella* Ficht et Moll, *Vertebralina striata* d'Orb. und *Peneroplis pertusus* Forsk., die auch Schubert erwähnt.

Die Untersuchungen waren in paläontologischer Beziehung von dem Streben geleitet, die vielfach zu weit gehende Artenzersplitterung kritisch zu beleuchten und in die Erklärung der diesbezüglichen Formen eine einheitliche Tendenz hineinzubringen.

Maßgebend dafür war das in der letzten Zeit hervortretende Streben nach einer natürlichen, auf Verwandtschaft beruhenden Systematik als Ersatz für bisherige Einteilungen auf rein morphologischer Grundlage. Es lagen früher eben zu wenig vergleichende Einzelbeobachtungen vor und es wurde viel zu bald mit dem Aufstellen von Systemen begonnen.

Im Jahre 1824 rechnete d'Orbigny die Foraminiferen noch zu den gekammerten Cephalopoden und 1846 stellte er schon sein System der Foraminiferen auf. Die Arbeiten der nächsten Jahrzehnte haben dessen Unzulänglichkeit gezeigt und auf das erste System folgt im Verlaufe der Zeit eine Reihe von Versuchen, die Foraminiferen in natürliche Gruppen zu bringen. Hat das erste System die Anwachsverhältnisse der Gehäuse als Einteilungsgrund gewählt, so zeichnen sich diese letzteren durch das Bestreben aus, die histologische Beschaffenheit der Schale zur Klassifikation mitzuverwenden.

Doch auch diese Einteilung umschloß nicht alle Arten, immer blieben noch gewisse Formen außerhalb des Systems. An eine wirklich natürliche, d. h. auf Verwandtschaftsbeziehungen beruhende Systematik konnte erst dann gedacht werden, als man die Entwicklungsgeschichte zur Grundlage derselben machte.

Die frühere Systematik wußte beispielweise mit den sogenannten »Mischformen« nichts anzufangen; sie beschränkte sich darauf, sie zu benennen und im System in die Nähe der Form zu stellen, mit der der größere Teil des Gehäuses die meiste Ähnlichkeit hatte. Unter dem Namen »Mischformen« verstand man nämlich Arten, die im älteren Gehäuseteile einen anderen Bauplan erkennen lassen als im jüngeren. So finden wir noch bei Brady (Challeng. Rep., p. 523, Taf. LXVI, Fig. 6, 7) eine Art, deren ältere Kammern deutlich biserial angeordnet sind, für sich also eine *Bolivina* ergeben würden, deren jüngerer Gehäuseteil aber einreihig angeordnete »reitende« *Frondicularia*-Kammern trägt, einfach der letzteren Gattung angegliedert.

Dadurch aber, daß man jetzt im älteren Gehäuseteile wirklich nichts anderes sieht als ein früheres Entwicklungsstadium der Art, gewinnt das Studium der Foraminiferen eine gewisse Exaktheit. Die bisherigen Beobachtungen haben ergeben, daß dort, wo wir derartige Mischformen sehen, der jüngere Gehäuseteil den einfacheren Aufbau hat. Die Formen besitzen dann biseriale oder uniseriale Endkammern. Der älteste Teil, von dem die Weiterentwicklung ausging, wird bei fortschreitendem Einhalten der Entwicklungstendenz im Verhältnis zum

jüngeren Teile immer kleiner, bis er als sogenannter »Ahnenrest« (Schubert, Beitr. zur Pal. und Geol. von Öst.-Ung., XIV, p. 11 ff.; Neues Jahrb. für Min. etc., Beilagebd., XXV, 1907, p. 232 ff.) den letzten Hinweis auf die Entstehung der betreffenden Art bildet. Es stellen also nach dieser Anschauung die einzelnen Mischformen Entwicklungsstufen vor, wie sie mit einer solchen Deutlichkeit kaum bei einer Tiergruppe gefunden werden dürften, und geben uns Handhaben zur Bestimmung von Entwicklungstendenzen. Dabei ist es hier viel leichter, den Aufbau des älteren Teiles zu studieren, da hier in den seltensten Fällen Teile losgelöst werden müssen, wie bei den Cephalopoden.

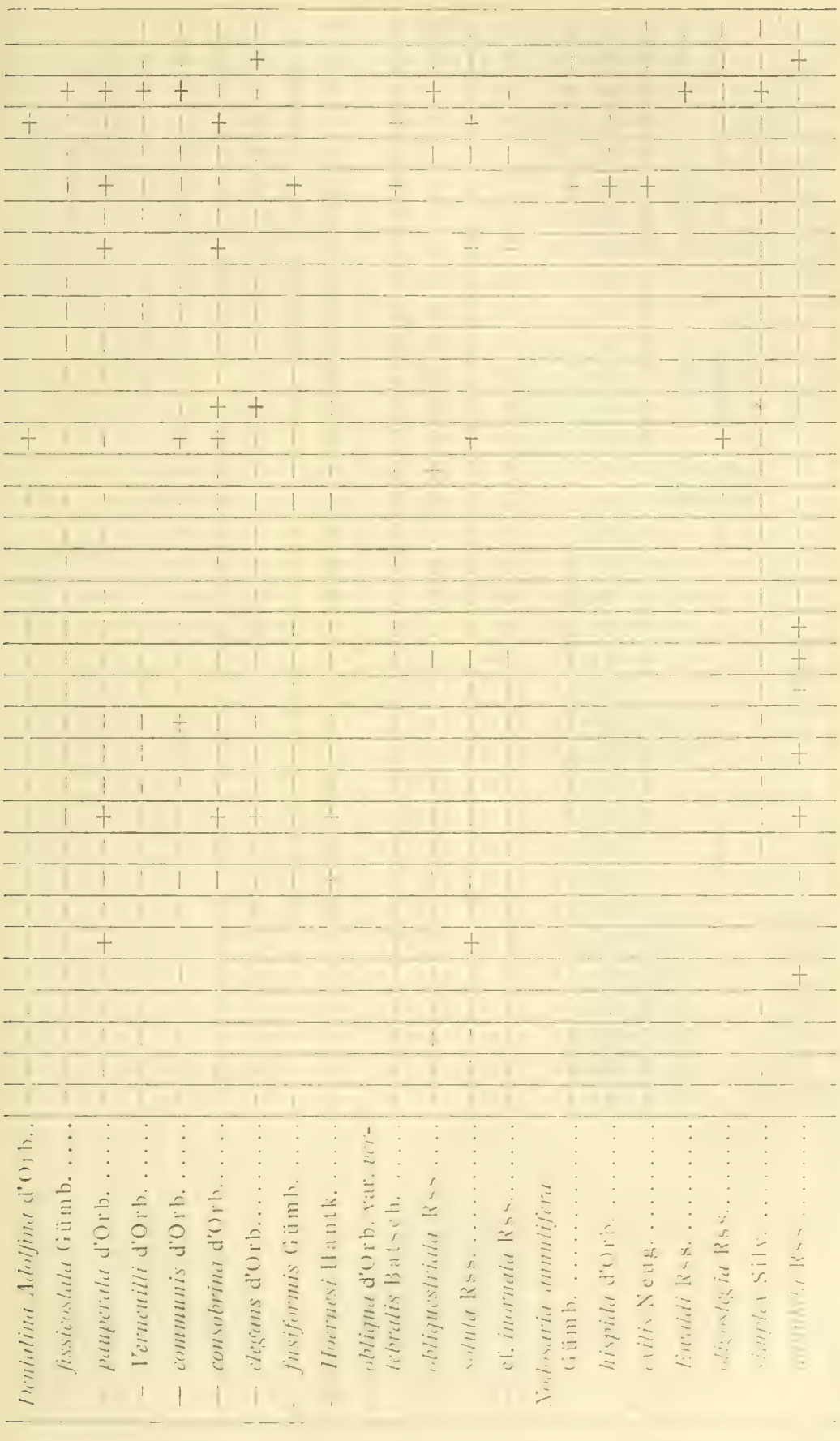
Die Voraussetzung einer exakten natürlichen Systematik ist daher zunächst eine umfangreiche Formenkenntnis, gepaart mit dem Bestreben, nicht jede Abweichung von dem bisher Bekannten zur Kreirung von neuen Arten zu verwenden, sondern durch möglichst weitgehende Vergleichung der Formen der verschiedensten Formationen die zusammengehörigen auch wirklich als identisch zu bezeichnen.

Aus diesem Streben erklärt sich die Tatsache, daß von den hier gefundenen 220 guten Arten nur 3 Arten und 4 Varietäten als neu bezeichnet werden. Für das Eocän ist nach der oben angeführten Auszählung der identischen Arten der größte Teil der Fauna neu.

Zum Schlusse drängt es mich, an dieser Stelle allen jenen meinen herzlichsten Dank auszusprechen, die mich bei der Fertigstellung dieser Arbeit werktätig unterstützten. Zunächst ist es mein Freund und Kollege Dr. Rich. J. Schubert in Wien, dem ich die Überlassung der Proben und die geologischen Ausführungen verdanke. Weiterhin danke ich innigst Herrn Hofrat Prof. Dr. G. C. Laube für die bereitwillige Überlassung des Arbeitsplatzes im Geologischen Institute der deutschen Universität in Prag und für die Bewilligung zur Benützung der Instituts- und Privatbibliothek und endlich Herrn Prof. Dr. F. Wähner, der sofort nach Übernahme des Institutes diese Begünstigungen voll gewährte und meine Arbeit im Institute durch das weiteste Entgegenkommen förderte.

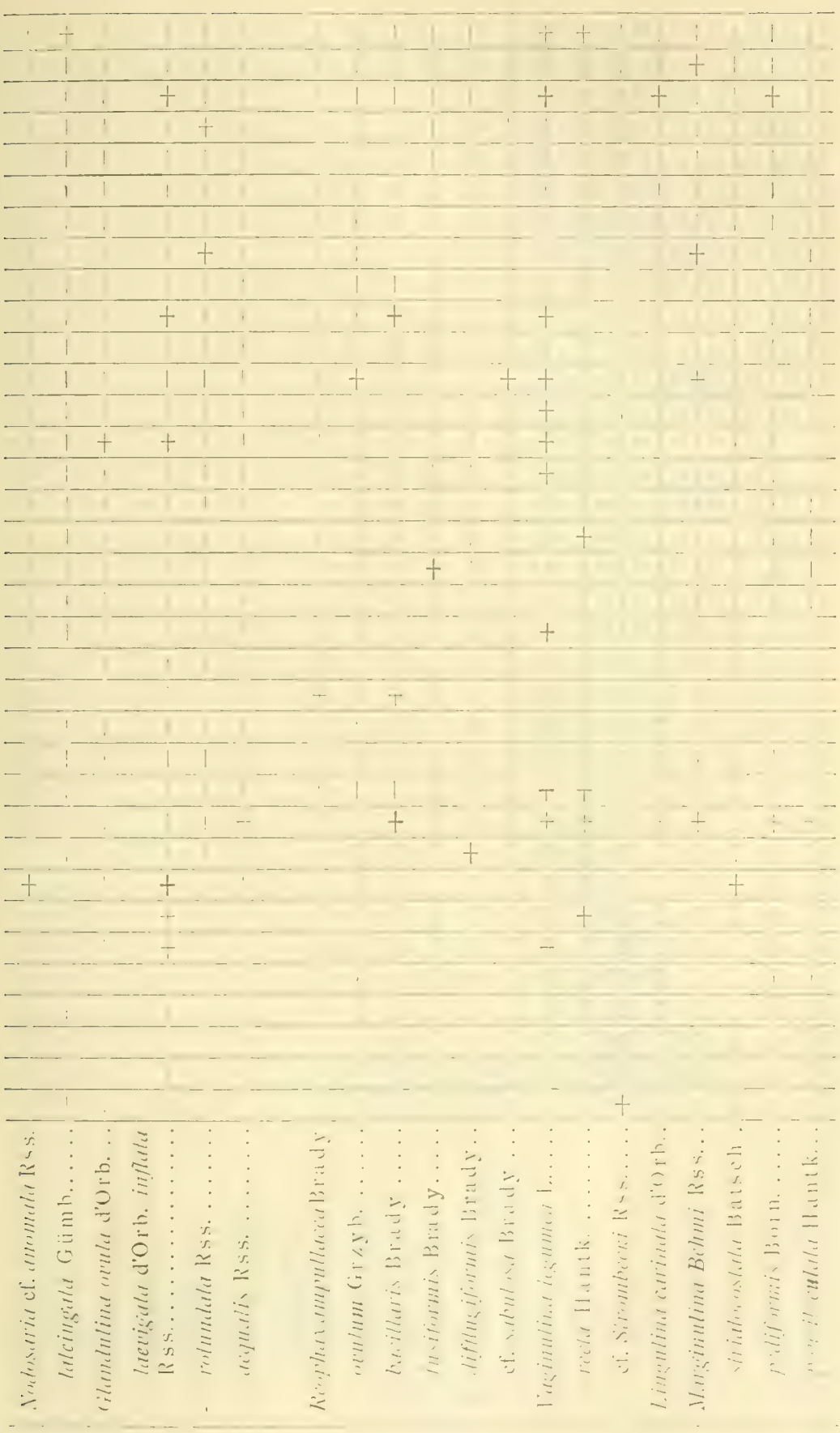
Übersichtstabelle der einzelnen Fundorte mit den gefundenen Foraminiferenarten.

	1. Ljubač 1a	2. Ljubač 2b	3. Ljubač 2c	4. Ljubač 2d	5. Grgurica	6. Smokovic	7. Vlaški	8. Vrhe	9. Prkos	10. Korlat	11. Gorica	12. Benkovac 1.	13. Benkovac 2.	14. Benkovac 3.	15. Benkovac 4.	16. Benkovac 5.	17. Benkovac 6.	18. Benkovac 7.	19. Krnčina	20. Ruine Kapelica 1.	21. Ruine Kapelica 2.	22. Miranje	23. Miranjska jaruga	24. Quelle Bielobrieg	25. Kolarine	26. Crkvina	27. Ostrovica	28. Brunnen Ostrovica	29. Quelle Točak	30. Sv. sveti	31. Velim	32. Graboveci	33. Mrdakovica	34. Scardona	35. Velištak
Lagena striata d'Orb.							+	+			+								+	+														
– *sulcata* Walk. u. Jak.							+				+																							
– *d'Orbigyana* Sequ.																																		
– *gracilis* Will.																																		
– *hexagona* Will.																																		
– *globosa* Born var.																																		
– *castrensis* Schwag.																																		
– *laevis* Mont.											+									+														
– *apiculata* Rss.																																		
– *marginata* Walk. und Boys.											+																							
– cf. *formosa* Schwag.																																		



Dentalina Adolfina d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
fissicostata Gümb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
— *pauperata* d'Orb.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	—	—
— *Verneuilli* d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
— *communis* d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
— *consobrina* d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
— *elegans* d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
— *fusiformis* Gümb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
— *Hoernesi* Hantk.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— *obliqua* d'Orb. var. *vertebralis* Batsch.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—
— *obliquestriata* Rss.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
— *soluta* Rss.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
— cf. *inornata* Rss.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Nodosaria annulifera Gümb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
— *hispida* d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
— *exilis* Neug.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
— *Ewaldi* Rss.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
— *oligostegia* Rss.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— *simplex* Silv.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
— *annulata* Rss.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—

	Vodosaria radicula L.	var. *ambigua* Neug.	*calomorpha* Rss.	*Zippei* Rss.	*intercostata* Rss.	*mucronata* Neug.	*Helli* Gümb.	*Kressenbergensis* Gümb.	*bacillum* Defr.	*tenuicollis* Rss.	*filiformis* d'Orb.	cf. *Ferussaci* d'Orb.
1. Ljubač 2a												
2. Ljubač 2b												
3. Ljubač 2c												
4. Ljubač 2d												
5. Grgurica												
6. Smokovic												
7. Viduk												
8. Vrhe												
9. Prkos												
10. Korlat	+			+								
11. Gorica				+								
12. Benkovac 1.												
13. Benkovac 2.												
14. Benkovac 3.												
15. Benkovac 4.												
16. Benkovac 5.												
17. Benkovac 6.												
18. Benkovac 7.												
19. Krnčina	+											
20. Ruine Kapelica 1						+						
21. Ruine Kapelica 2												
22. Miranje				+	+							
23. Miranjska jaruga		+		+			+				+	
24. Quelle Bielobrieg												
25. Kolarine												
26. Crkvina						+				+		
27. Ostrovica												
28. Brunnen Ostrovica												
29. Quelle Točak												
30. Svi sveti						+		+				
31. Velim												
32. Grabovci			+									+
33. Mrdakovica												
34. Scardona	+											
35. Velištak						+						



Nodosaria cf. *anomala* Rss.								+																												
laleingata Gümb.	–			–					–		–	–	–			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
Glandulina ovula d'Orb.								–				–	–								–	+								–	–	–	–	–	
laevigata d'Orb. *inflata* Rss.				–		+	+	+	–	–		–	–		–							+		–		+				–			+	–	–
rotundata Rss.									–	–		–	–		–					–	–			–		–		+				+	–	–	–
aequalis Rss.								–		+	–		–									–	–	–	–	–	–								
Reophax ampullacea Brady											–			+								–													
ovulum Grzyb.					–						–		–											+		–	–	–	–				–	–	
bacillaris Brady										+	–			+												+	–						–		–
fusiformis Brady																		+													–	–	–		–
difflugiformis Brady									+																								–		–
cf. *sabulosa* Brady																								+								–			
Vaginulina legumen L.						+				+	+					+					+	+	+	+		+				–			+		+
recta Hantk.							+			+	+								+																+
cf. *Strombecki* Rss.	+																						–											–	–
Lingulina carinata d'Orb.																														–			+		
Marginulina Behmi Rss.										+		–												+				+			–	–	–	+	–
striatocostata Batsch								+	–													–							–				–	–	
pediformis Born.					–					+		–							–	–	–				–	–			–	–	–	–	+	–	–
pauciloculata Hantk.					–					+							–	–	–	–				–		–		–							

	Margaritana simplex Karr.	*Unionella* Haldem.	*ampla* Karr.	*subsulcata* Haldem.	*indensis* Haldem.	*ensiformis* v. Mart.	*Cristellaria cymbaides* d'Orb.	*elegans* Haldem.	*mamillata* Karr.	*cryptidula* Ficht. und Moll.	*Hoffmanni* Jan.
1. Ljubač 2.*a*											
2. Ljubač 2*b*											
3. Ljubač 2*c*											
4. Ljubač 2*d*											
5. Grgurica											
6. Smokovic											
7. Vidak											
8. Vrhe											
9. Pekos											
10. Korlat											
11. Gorica											
12. Benkovac 1.											
13. Benkovac 2.											
14. Benkovac 3.											
15. Benkovac 4.											
16. Benkovac 5.											
17. Benkovac 6.											
18. Benkovac 7.											
19. Kinčina											
20. Ruine Kapelica 1.											
21. Ruine Kapelica 2.											
22. Miranje											
23. Miranjska jaruga											
24. Quelle Bielobrieg											
25. Kolarine											
26. Crkvina											
27. Ostrovica											
28. Brunnen Ostrovica											
29. Quelle Točak											
30. Svi sveti											
31. Velim											
32. Grabovci											
33. Mrdakovica											
34. Scardona											
35. Velištak											

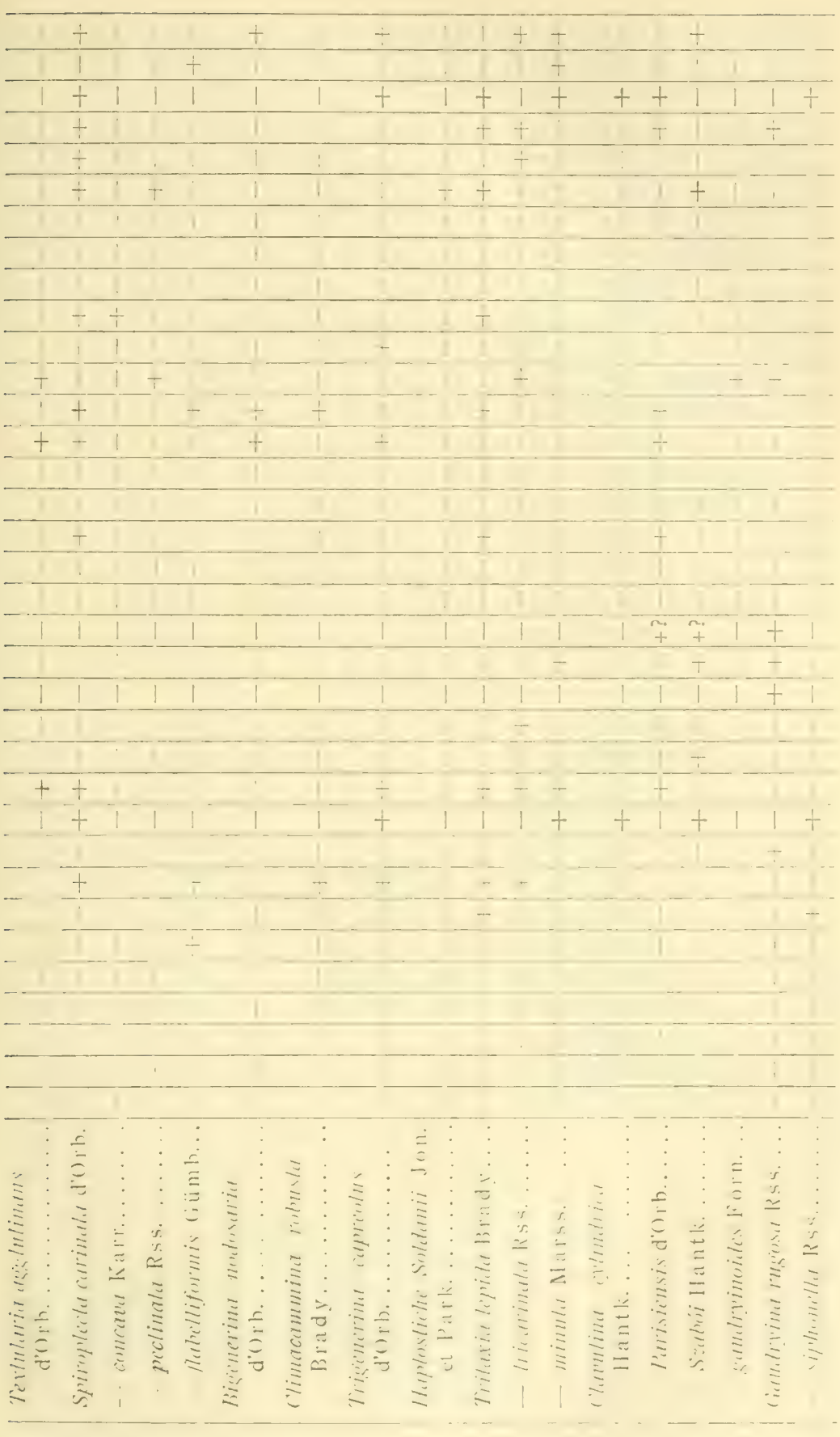
| | | |

	Bifarina reticulata Hantk.	*punctata* d'Orb. + var. *semistriata* nov.	*nobilis* Hantk.	*Vaccki* Schub	*dilatata* Rss.	*lobata* Brady	*Beyrichii* Rss.	— *scalprata* Schwag.	*Bifarina Adelae* n. sp.	*Virgulina Schreibersi* Čžiž	— *subsquamosa* Egger
1. Ljubač 2*a*											
2. Ljubač 2*b*											
3. Ljubač 2*c*											
4. Ljubač 2*d*											
5. Grgurica											
6. Smokovic				+							
7. Viduk	+		+						+		
8. Vrhe			+						+		
9. Prkos											
10. Korlat	+	+		+						+	
11. Gorica		+								+	
12. Benkovac 1.		+	+								
13. Benkovac 2.										+	
14. Benkovac 3.										+	
15. Benkovac 4.		+								+	
16. Benkovac 5.											
17. Benkovac 6.											
18. Benkovac 7.											
19. Krnčina											
20. Ruine Kapelica 1.											
21. Ruine Kapelica 2.											
22. Miranje					+			+	+		
23. Miranjska jaruga								+			
24. Quelle Bielobrieg		+				+					
25. Kolarine						+	+				
26. Crkvina									+		
27. Ostrovica		+									
28. Brunnen Ostrovica				+						+	+
29. Quelle Točak											
30. Svi sveti		+	+						+	+	
31. Velim											
32. Grabovci									+	+	
33. Mrdakovica	+	+	+							+	
34. Scardona		+									
35. Velištak	+	+							+		

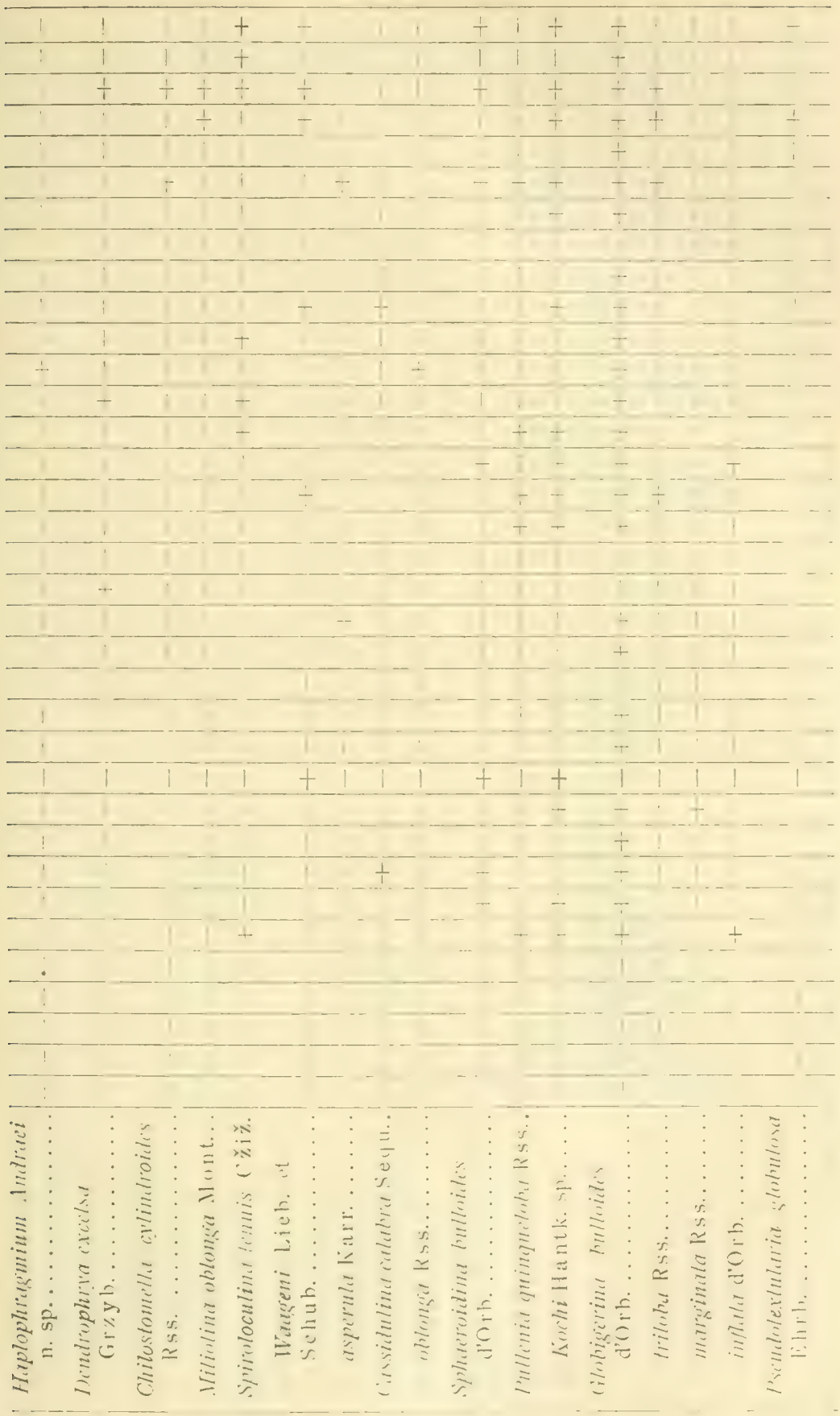
Virgulina pellucidula Brady
Nurostomella brevis Schwag.
acuta Hantk.
incrassata Hantk.
subnodosa Rss.
costata Gümb.
Bulimina pyrula d'Orb.
Buchiana d'Orb.
– inflata Sequ.
contraria Rss. sp.
truncana Gümb.
elegans d'Orb.
ovulum Rss.
fusiformis Will.
Uvigerina pygmaea d'Orb.
asperula Czjž.
angulosa Will.
Ramulina laevis Jon.
– globulifera Brady
Sagrina dimorpha Jon. et Park.

| | | |

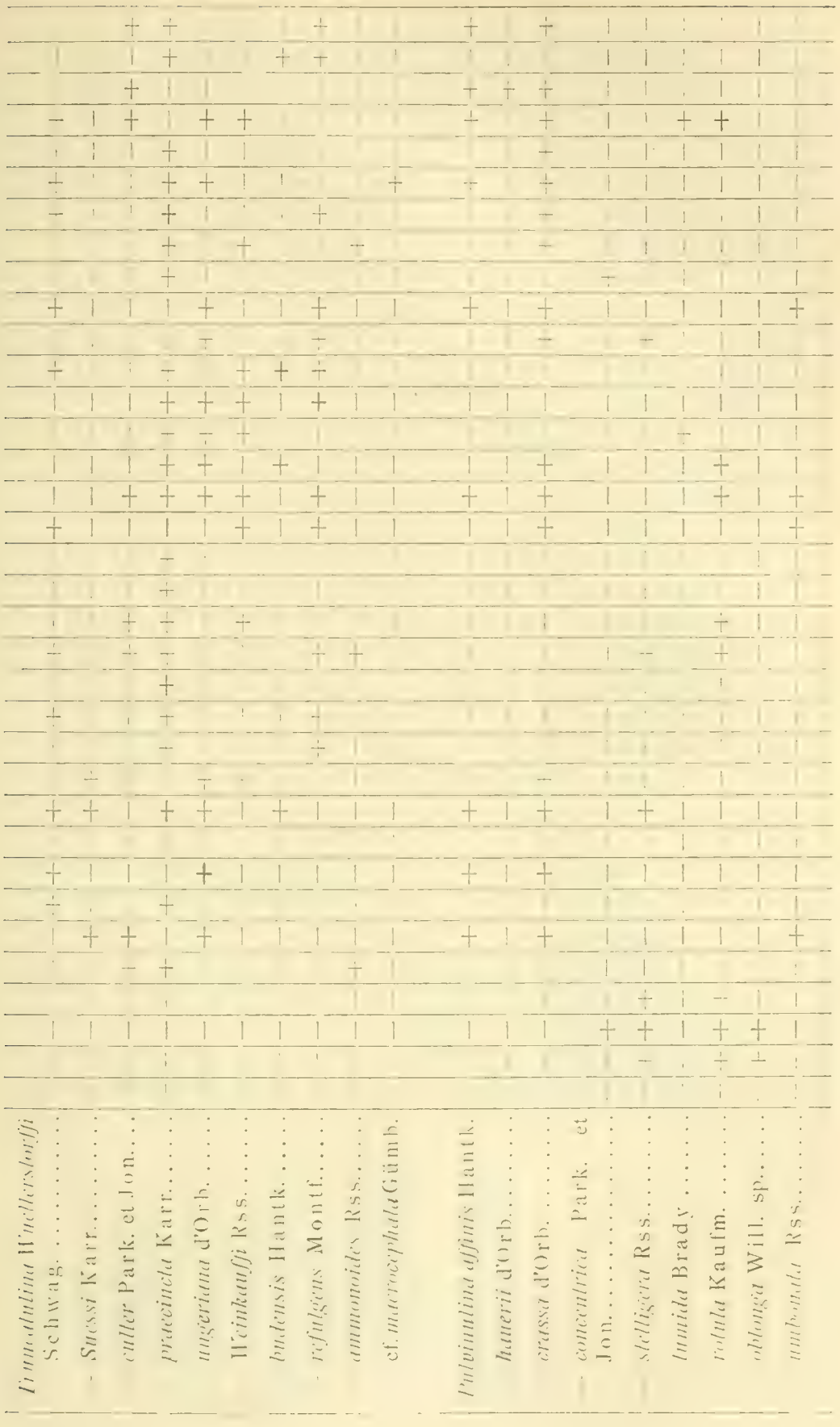
Textularia agglutinans d'Orb.										—	+			—		—						+	—	+									—		
Spiroplecta carinata d'Orb.								+		+	+			—		—			+			+	+			+				+	+	+	+	—	+
— *concava* Karr.										—				—		—						—		—	—	+							—		
— *pectinata* Rss.										—				—		—								+						+			—		
— *flabelliformis* Gümb.						+		+		—				—		—							+										—	+	
Bigenerina nodosaria d'Orb.				—			—			—				—		—						+	+		—								—		+
Climacammina robusta Brady					—	—		+	—	—	—	—		—		—						—	+	—		—	—			—	—		—		
Trigenerina capreolus d'Orb.								+		+	+			—		—						+			+								+		+
Haplostiche Soldanii Jon. et Park.										—				—		—														+			—		
Tritaxia lepida Brady							+	+		—	+			—		—			+				+			+				+		+	+		—
— *tricarinata* Rss.								+		—	+		+	—		—								+							+	+	—		+
— *minuta* Marss.										+	+			—	+	—																	+	+	+
Clavulina cylindrica Hantk.										+				—		—																	+		
Parisiensis d'Orb.						—	—			—	+	—		—		+?	—	—	+			+	+							—		+	+		
Szabói Hantk.									—	+		+		—	+	+?											—		—	+	—	—	—	—	+
gaudryinoides Forn.										—				—		—								+						—			—	—	
Gaudryina rugosa Rss.	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+	+	—	—		—		—		+						—		+	—		
— *siphonella* Rss.	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—																	+		



	Gastrocyna siphonella (Strobl) Andr.	*papipes* Dorb.	*pupa* Gumb.	*delmatina* Schub.	*leachus* Dorb.	*Chilostoma* Rss.	*Vermetillina triquetra* Münst.	*Rhabdammina abyssorum* M. Sars	*Cyclammina orbicularis* Hantk.	*Haplophragmium inmane* Grzyb.
1. Ljubiš 1.										
2. Ljubiš 2.										
3. Ljubiš 3.										
4. Ljubiš 4.										
5. Crvenica				+				+		
6. Svračkovic				+	+	+				
7. Vidak				+						
8. Vela				+			+			
9. Prkos							+	+		
10. Korlat							+			
11. Gonca				+			+		+	
12. Benkovac 1.										
13. Benkovac 2.										
14. Benkovac 3.										
15. Benkovac 4.										
16. Benkovac 5.								+		
17. Benkovac 6.							+	+		
18. Benkovac 7.								+		
19. Krnčina				+						
20. Ruine Kapelica 1.				+					+	
21. Ruine Kapelica 2.					+					
22. Miranje				+					+	
23. Miranjska jaruga				+	+		+			
24. Quelle Bielobrieg				+	+		+			
25. Kolarine					+					
26. Crkvina				+		+				
27. Ostrovica										
28. Brunnen Ostrovica							+			
29. Quelle Točak										
30. Svi sveti								+	+	+
31. Velim				+	+					
32. Grabovci				+					+	+
33. Mrdakovica	+						+		+	+
34. Scardona										
35. Velištak				+		+		+	+	+


Haplophragmium Andreai n. sp.
Dendrophrya excelsa Grzyb.
Chilostomella cylindroides Rss.
Miliolina oblonga Mont.
Spiroloculina tenuis Czjž.
Vaugeni Lieb. et Schub.
asperula Karr.
Cassidulina calabra Sequ.
oblonga Rss.
Sphaeroidina bulloides dOrb.
Pullenia quinqueloba Rss.
Kochi Hantk. sp.
Globigerina bulloides dOrb.
triloba Rss.
marginata Rss.
inflata dOrb.
Pseudoclavulina globulosa Ehrb.

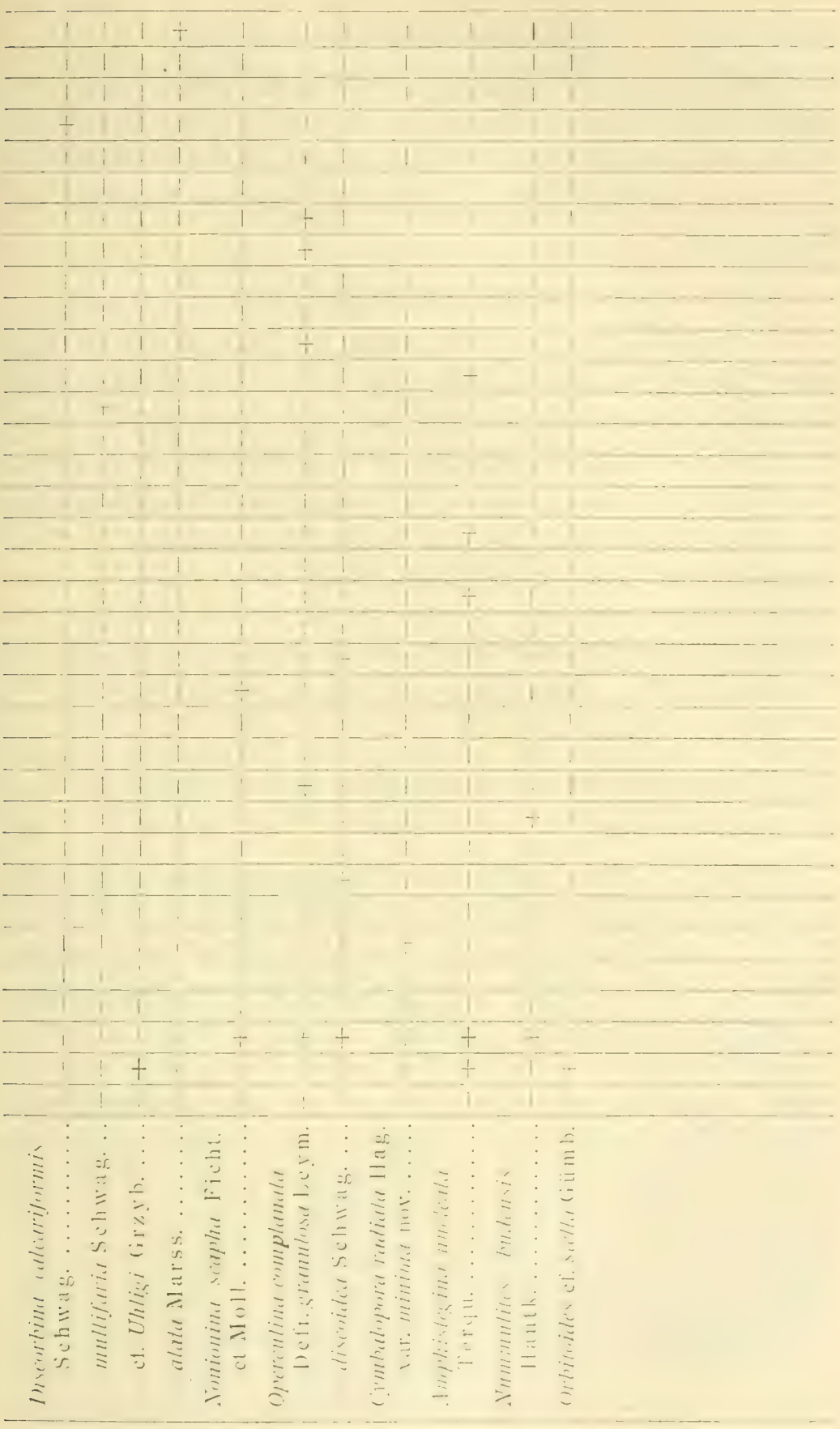
	Trigonellina inaequalis Rss.	*cordata* Hantk.	*lineata* Schwag.	*ammophila* Gümb.	*pygmaea* Hantk.	*Haueri* d'Orb.	*constricta* Hag.	*lobatula* Walk. et Jak.	*Haidingeri* d'Orb.	*grosserugosa* Gümb.	*Imbricata* d'Orb.	*adriminensis* d'Orb.
1. Ljubac 2*a*							+					
2. Ljubac 2*b*	+						+				+	+
3. Ljubac 2*c*	+		+									
4. Ljubac 2*d*	+		+									
5. Gregurica												
6. Smoljovic					+					+		
7. Vidak							+					
8. Vrlic					+		+	+				
9. Prkos							+					
10. Korlat	+						+	+				
11. Gorica							+					+
12. Benkovac 1.	+				+	+						
13. Benkovac 2.	+											
14. Benkovac 3.	+											
15. Benkovac 4.					+				+			
16. Benkovac 5.	+									+		
17. Benkovac 6.								+				
18. Benkovac 7.				+					+			
19. Krnena					+		+					
20. Ruine Kapelica 1.			—									
21. Ruine Kapelica 2.							+					
22. Miranje							+		+			
23. Miranjska jaruga	+						+					
24. Quelle Bielobrieg					+		+				+	
25. Kolarine							+					
26. Crkvina					+							
27. Ostrovica							+					
28. Brunnen Ostrovica	+				+		+		+			
29. Quelle Točak					+							
30. Svi sveti	+						+					
31. Velim	+				+							
32. Grabovci	+				+		+					
33. Mrdakovica	+		+		+		+		+			
34. Scardona	+			+	+		+					
35. Velištak							+					



Truncatulina Wuellerstorffi Schwag.			—			—	+	+		+			+		+	—	—		+	—	—		—	+		+			+	+	—	+		—	
— *Suessi* Karr.			—			+	—	—		+	+					—	—		—	—	—		—		—	—			—	—	—	—			
culter Park. et Jon.			—		+	+		—		—			—		+	+	—		—	+	—	—	—	—		—			—	—	—	+	+	—	+
praecincta Karr.	—	—	—	—	+	—	+	—		+		+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+		—	+	+	+	+	+	—	—	+	+
ungeriana d'Orb.			—			+		+		+	+					—	—	—	—	+	+	+	+		+	+	—		—	+	—	+	—	—	
Weinkauffi Rss.			—			—		—		—			—			+			+	+	—	+	+	+		—		+	—	—	—	+		—	
budensis Hantk.		—	—			—		—		+			—						—	—	+		—	+		—			—	—				+	—
— *refulgens* Montf.		—	—			—		—		—		+	+		+		—		+	+	—	—	+	+	+	+		—	+					+	+
ammonoides Rss.			—	—	+	—	—	—		—	—	—			+				—	—	—		—			—		+							
cf. *macrocephala* Gümb.			—	—	—	—		—	—	—						—			—	—	—		—			—				+				—	—
Pulvinulina affinis Hantk.			—			+		+		+			—		—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	+	—	+
hauerii d'Orb.		—	—			—		—		—			—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
crassa d'Orb.		—	—	—		+	—	+		+	+		—		—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	—	+
— *concentrica* Park. et Jon.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
— *stelligera* Rss.	—	+	+	+	—	—		—		+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—		—	—	—	—	—	—	—	—
tumida Brady	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—				—	—	—	—	—	+	—		—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
rotula Kaufm.	—	+	+	+		—		—		—	—	—	—	—	+	+	—		—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
oblonga Will. sp.	—	+	+	—		—	—	—	—	—		—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
umbonata Rss.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—		+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

	1. Ljubac 2a	2. Ljubac 2b	3. Ljubac 2c	4. Ljubac 2d	5. Grgurica	6. Smokovic	7. Vidnk	8. Vrhe	9. Prkos	10. Kotlat	11. Gorica	12. Benkovac 1.	13. Benkovac 2.	14. Benkovac 3.	15. Benkovac 4.	16. Benkovac 5.	17. Benkovac 6.	18. Benkovac 7.	19. Krnčina	20. Ruine Kapelica 1.	21. Ruine Kapelica 2.	22. Mirenje	23. Miranjska jaruga	24. Quelle Bielobrieg	25. Kolarine	26. Crkvina	27. Ostrovica	28. Brunnen Ostrovica	29. Quelle Točak	30. Svetvet	31. Velin	32. Grabovci	33. Mrdakovica	34. Scardona	35. Velištak
Pulvinulina Schreibersii d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— *bimammata* Gümb.	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— *Micheliniana* d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
— cf. *elegans* d'Orb.	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rotalia Soldanii d'Orb.	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	+	—	+	+	+	+	—	+	—	—
Discorbina disca Hantk.	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— *simulatilis* Schwag.	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
globularis d'Orb.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— *bertheloti* d'Orb. var. *baconica* Hantk.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
— *vilardeboana* d'Orb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
rugosa d'Orb.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—

Discorbina calcariformis Schwag.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
multifaria Schwag.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
cf. *Uhligi* Grzyb.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
alata Marss.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Nonionina scapha Ficht. et Moll.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Operculina complanata Defr. *granulosa* Leym.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
discoidea Schwag.	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cymbalopora radiata Hag. var. *minima* nov.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amphistegina nucleata Terqu.	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nummulites budensis Hantk.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Orbitoides cf. *stella* Gümb.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Paläontologischer Teil.

Hier sollen nur diejenigen Arten eine eingehendere Besprechung finden, die in ihrer Ausbildung eine bemerkenswerte Abweichung von der bisher bekannten Form zeigen und die durch ihr Auftreten ein paläontologisches Interesse beanspruchen.

1. **Lagena globosa** Born. var.

Von der sonst häufigen Ausbildung unterscheidet sich das vorliegende Gehäuse dadurch, daß es an dem der Mündung entgegengesetzten Ende einen kräftigen, aber kurzen Saum trägt, dessen Längserstreckung in derselben Ebene liegt wie der Längsdurchmesser der schlitzförmigen Mündung. Vielleicht ist diese Eigenschaft in dem Satze Bornemann's gemeint (Zeitschr. der Deutsch. geol. Ges., 1855, Sep. p. 13 f.): »Unten gerundet oder mit einer schwachen hervorspringenden Ecke versehen.« Siehe diesbezüglich auch Marsson (Mitteil. des nat. Vereines für Neuvorpommern und Rügen, 1878, p. 123).

2. **Lagena striata** d'Orb. var. **alata** nov., geflügelte Form.

(Taf. I, Fig. 1.)

Von der sonst ungesäumten, im Querschnitte kreisrunden *L. sulcata* Walk. et Jak. führt Brady (Chall. Rep., Taf. LX, Fig. 35 bis 37) eine geflügelte, im Querschnitte linsenförmige Abart an. Von der ähnlichen *L. striata* d'Orb. war eine derartige Ausbildung bisher nicht bekannt. Bei der vorliegenden Form beginnen die dünnen Rippen im aboralen Gehäuseteile ziemlich stark, werden aber im weiteren Verlauf immer schwächer und verlieren sich noch, bevor sie bis zur Mündung gelangt sind. Nur die beiden Rippen, die den inneren gewölbten Teil des Gehäuses von dem dünnen Randsaum abgrenzen, verlaufen bis zur Mündung gleich stark. Außerdem bemerkt man zwei ebenso starke Rippen, die am oralen Teile, der sich wahrscheinlich noch in eine kurze Röhre fortsetzte, stark beginnen, schon unter der Mitte der Gehäuselänge schwächer werden und hier mit je einer der feinen Rippen der Gehäuseflanken

anastomosieren. Eine derartige Verästelung bemerkt man auch an einigen anderen von den feinen Rippen. Die beiden starken, beim oralen Pole beginnenden Rippen bedingen eine Ähnlichkeit der vorliegenden Form mit der *L. striata* d'Orb. (Chall. Rep., Taf. LVII, Fig. 30).

3. **Lagena d'Orbignyana** Sequ.

Dieser Art glaube ich ein Merkmal als Ergänzung zu den mehrfachen Besprechungen hinzufügen zu müssen. Der mittlere Kiel spaltet sich in der Nähe der Mündung in zwei Teile, welche die Mündung zwischen sich nehmen und so gewissermaßen Randwülste bilden. Siehe auch Terquem *Fiss. tricarinata* Terqu. (Mém. soc. géol. de France, III. Ser., II. Bd. [1882], Taf. I, Fig. 25 *b*).

4. **Nodosaria annulata** Rss.

Die älteste gute Abbildung und Beschreibung von dieser Art finden wir bei Reuss (Versteinerungen der böhm. Kreideformation, [1845], p. 27, Taf. VIII, Fig. 4; p. 67, Taf. XIII, Fig. 21). Der ältere Gehäuseteil zeigt hier breite, wenig hohe Kammern, deren Kammernähte mit wulstigen Erhabenheiten versehen sind, die über die übrige Gehäuseoberfläche vorspringen und der Form den Namen eingetragen haben. Auf diesen Anfangsteil folgen rundliche gewölbte Kammern mit tiefen Nähten. Der Übergang erfolgt plötzlich. In Geinitz' Elbtalgebirge, II. Bd., p. 85, gibt Reuss eine zweite Beschreibung dieser Art mit den Abbildungen Taf. XX, Fig. 19, 20. Hier ist der Anfangsteil ziemlich reduziert und vielleicht nur auf ein Sechstel der Gehäuselänge beschränkt, es überwiegen an Zahl die gewölbten Endkammern.

Danach wären unsere hier gefundenen Bruchstücke nur Teile der älteren Gehäusehälfte. Sie sind aber mitunter so groß, daß sie auf eine Gesamtlänge von 1 *mm* und darüber schließen lassen. Unter unseren Exemplaren finden sich vielfach Stücke, die bezüglich des ältesten Gehäuseteiles von der Reuss'schen Form abweichen. Es wachsen bei ihnen die ersten Kammern sehr rasch in die Breite, so daß das Gehäuse im älteren Teil etwas jäh zugespitzt ist.

Reuss bezeichnet in den beiden oben erwähnten Beschreibungen das Gehäuse als »drehrund, nach unten sich langsam verdünnend, mit stumpfem, gerundeten unteren Ende«. Vielleicht ist diese Abweichung vom Typus auch bei der wegen der Dichotomie des jüngeren Gehäuseteiles als abnormal bezeichneten Form bei Reuss (l. c., Taf. VIII, Fig. 67) vorhanden. Die ziemlich undeutliche kleine Abbildung läßt keine sichere Entscheidung zu.

Die *N. annulata* Rss. bei Egger (Abh. der k. bayer. Akad. der Wiss., XXI. Bd., I. Abt., Taf. VII) hat nur in Fig. 11 einigermaßen einen zugespitzten Anfangsteil, die übrigen und seine Formen im XX. Ber. des Naturw. Vereines Passau, 1907, p. 24, Taf. V, Fig. 36, haben den ältesten Teil abgerundet. Die *N.* cf. *annulata* Rss. bei Dervieux (Boll. della soc. geol. Ital., XII [1893], Fasc. 4, p. 604, Taf. V, Fig. 16) gehört wohl eher in den Formenkreis der *N. filiformis* Rss.

5. **Nodosaria Zippei** Rss.

Zu dieser Art möchte ich einige Bruchstücke stellen, die bei einer Anzahl von vier Kammern eine Länge von über 3 *mm* aufweisen und auf eine bedeutende Gesamtlänge schließen lassen. Die Oberfläche dieser Bruchstücke ist regelmäßig mit 13 scharfen Rippen geziert, die tiefe Furchen zwischen sich freilassen. Die Höhe der Rippen ist in der Mitte der Seitenhöhe der Kammern am größten, gegen die horizontalen Kammernähte hin senken sich die Rippen etwas. Mitunter hören sie hier plötzlich auf und eine neue Rippe erscheint als Fortsetzung der vorhergehenden, etwas von diesem Punkt aus verschoben, so daß es den Anschein hat, als würden sich neue Rippen zwischen die schon bestehenden einschieben. In der Größe der Form und der Anordnung der Kammern zeigt sie einige Ähnlichkeit mit *N. bacillum* Defr. und *N. lateingata* Gümb., aber diese beiden Formen haben breitere, mehr leistenförmige, überall ziemlich gleich hohe Rippen. Eine Nebeneinanderstellung der schön erhaltenen Stücke aus den Tertiärschichten von Biarritz und der vorliegenden Form zeigt die vollständige Verschiedenheit beider. Dagegen spricht die Bemerkung bei Reuss (Verstein. der böhm. Kreideform., p. 25):

»Über das Gehäuse verlaufen der Länge nach 7 bis 14 stark vorragende, dünn geflügelte Rippen... Oft vermehren sie sich nicht durch Dichotomie, sondern durch Einschieben neuer Rippen« für die Identifizierung mit *N. Zippei* Rss.

6. **Nodosaria Helli** Gümb.

Diese Art liegt bloß in einem Bruchstücke von vier Kammern vor, das aber mit der Form Gümbel's (Abh. der k. bayer. Akad. der Wiss., II. Kl., X. Bd., 2. Abt., Taf. I, Fig. 29) vollständig übereinstimmt.

Hier geht sicher Gümbel in der Spezialisierung zu weit, denn auch die *N. eocaena* Gümb. (Taf. I, Fig. 28) gehört sicher zu der obigen Form und mit dieser in den Formenkreis der *N. bacillum* Defr. Die Anzahl der Rippen kann wohl als alleiniger Unterschied nicht ausschlaggebend sein.

7. **Dentalina Adolfina** d'Orb.

(Taf. I, Fig. 2.)

Unter den äußerlich zu dieser Art gehörigen Stücken lassen sich leicht zwei Ausbildungsformen unterscheiden. Die eine — es gehören zu ihr die kleinsten Exemplare — zeigt deutlich in allen Stücken den Aufbau einer *Nodosaria*. Die einzelnen Kammern sind rund, hie und da sind zwischen je zwei Kammern kurze röhrenförmige Zwischenstücke eingeschaltet, wie etwa bei *Nod. lepidula* Schwag. (bei Schubert, Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1911, Bd. XX, Heft IV, p. 75, 76, Fig. 5). Die Stacheln auf den einzelnen Kammern sind kurz und regelmäßig kranzförmig um die Kammern angeordnet. Von den übrigen fossilen Formen dieser Art lassen beispielsweise die Exemplare d'Orbigny's (For. foss. d. bass. tert. de Vienne, p. 51, Taf. II, Fig. 18 bis 20), Bornemann's (Zeitschr. der Deutschen geol. Ges., 1855, p. 20, Taf. II, Fig. 5, im Text als *D. spinescens* angeführt) und Gümbel's (l. c., p. 623, Taf. I, Fig. 39) dieselbe Ausbildung erkennen.

Die zweite Form enthält meist größere Exemplare, deren Kammern nicht so regelmäßig sind wie bei der vorhergehenden. Besonders auffallend ist aber die Tatsache, daß die jüngste Kammer in eine Röhre übergeht, die sich oft am distalen Ende etwas trichterartig erweitert und eine aufgewulstete Mündung trägt. Diese Eigenschaft, die auch Schubert bei den Formen

aus dem mährischen Miocän aufgefallen ist (Sitzungsber. des Naturw. med. Vereines Lotos, 1900) ist den Nodosarien sonst nicht eigen, dagegen kennzeichnend für die Gattung *Uvigerina* und die von dieser abgeleitete Gattung *Sagrina*. Unter den letzteren hat *S. virgula* Brady (Chall., p. 583, Taf. LXXVI, Fig. 4 bis 10) die Kammern mit je einem Kranze von mehr oder weniger kurzen Stacheln versehen.

Viele der vorliegenden Bruchstücke (Taf. I, Fig. 2) ließen sich sehr gut mit dieser Form in Übereinstimmung bringen, besonders wenn man die extremsten Glieder der Formenreihe in Vergleich zieht, deren einzelne Kammern glockenartig ausgebildet sind und deren stachelartige Fortsätze den Kammerflanken nicht einfach aufgesetzt erscheinen, sondern als starke Zacken direkt ihren vorspringenden Äquatorialrand bilden, unter dem sich die übrige Kammerwand wieder vereinigt. Diese Eigenschaft zeigen auch die Formen bei Neugeboren (Denkschr. der k. Akad. der Wiss., Bd. XII [1856], p. 88, Taf. IV, Fig. 8) und Egger (Abh. der k. bayer. Akad. der Wiss., II. Kl., XXI. Bd., I. Abt., Taf. VII, Fig. 28), die sie den Tiefseeexemplaren Brady's (Taf. LXXVI, Fig. 8) nahebringt. Bei letzteren ist vom *Uvigerina*-Ahnenrest nichts anderes als eine etwas mehr aufgeblasene Anfangskammer übrig geblieben. Die vorliegenden Bruchstücke sind alle ohne Anfangsteil erhalten.

8. **Marginulina Behmi** Rss.

Das Gehäuse zeigt ganz regelmäßig bei allen untersuchten Stücken einen aus vier flach zusammengedrückten Kammern bestehenden, schwach gebogenen Anfangsteil, der auf der konvexen Rückenseite einen niedrigen, aber sehr deutlichen Kiel besitzt, und drei darauffolgende starkgewölbte kugelförmige Kammern, deren jüngste eine kurze Mündungsröhre trägt. Alle Kammern haben Rippen, die mit kleinen stacheligen Erhabenheiten bedeckt sind. Vielfach kann man aber sehen, daß einzelne von diesen Rippen glatt, frei von derartigen Stacheln sind und, knapp bevor sie zu der Kammerscheidewand gelangen, etwas höher werden, also gleichsam geflügelt sind, wodurch die Gehäuse eine gewisse Ähnlichkeit mit *M. rugosocostata* d'Orb. (For. foss. d. bass. tert. de Vienne) erhalten.

Beim Vergleiche der vorliegenden Art mit derselben Form aus dem Oligocän von Biarritz erwies sich letztere als schlanker und zeigte weder die geflügelten Rippen noch den Kiel.

9. **Marginulina simplex** Karr.

Ein einziges Exemplar, an dem drei Kammern sichtbar sind, alle drei ziemlich gewölbt. Die Endkammer ist es in erhöhtem Maße und trägt eine kurzgestrahlte Mündung. Das Gehäuse ist schwach gebogen und über die Flanken der beiden älteren Kammern ziehen einige sehr feine, schief verlaufende Rippen, von denen eine auf dem konvexen Rücken um den unteren Rand der Anfangskammern bis auf die konkave Seite herumläuft und eine Art Kiel bildet. Trotz der wenig zahlreichen Kammern glaube ich diese Form mit *M. simplex* Karr. identifizieren zu müssen. *M. Jonesi* Rss. und *M. robusta* Rss. aus der unteren norddeutschen Kreide, mit denen das vorliegende Stück in der Kammeranordnung sehr übereinstimmt, haben viel stärkere Rippen. Auch *M. costata* Brady steht der vorliegenden Form sehr nahe, hat aber stärkere und zahlreichere Rippen.

10. **Marginulina ensiformis** v. Mnst. sp. cf.

Taf. I, Fig. 3.

Nur auf den Vergleich mit der Form Reuss' (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XVIII [1855], p. 229 f., Taf. II, Fig. 23 und 24) hin glaube ich ein dreikammeriges Stück mit dieser Form identifizieren zu dürfen. Das Gehäuse ist fast ganz gerade, nur im älteren Teile etwas schwach gebogen, die drei Kammern folgen in einer geraden Linie hintereinander und haben die Flanken mit kurzen Rippen besetzt. Die Form der Mündung ließ sich nicht feststellen.

Die Charakteristik der typischen Stücke finden wir bei Reuss (wie oben). Sie (Taf. II, Fig. 23 und 24) sind alle länger, haben zumeist einen deutlich gekrümmten Anfangsteil und erst im jüngsten Gehäuseteile »reitende« Kammern. Dieses Merkmal wird von Reuss ausdrücklich betont. Dessenungeachtet

rechnet er auch ein ganz gerades Stück, das eher einer *Marginulina* oder *Vaginulina* entspricht, zu *Fl. ensiformis* Mnst. Es wäre also vorteilhafter, diese letzteren Formen von der Gattung *Flabellina* zu trennen.

11. **Cristellaria tricarinella** Rss. var. **striata** n. var.

(Taf. I, Fig. 4 und 5.)

Die vorliegenden Stücke kommen in den untersuchten Proben in zwei extremen Ausbildungen vor, die durch mannigfache Übergangstypen miteinander verbunden sind. Die eine Form (Fig. 4) hat im letzten Umgang etwa 7 bis 11 Kammern, die durch breite hyaline Nähte getrennt sind, welche sich gegen die Mitte des Gehäuses rasch verschmälern. Die einzelnen Kammern sind gegen den Rand zu am dicksten und werden gegen die Mitte des Gehäuses zu immer flacher. Sie tragen kurze, äußerst dünne Rippen, die im allgemeinen dem Gehäuserande parallel verlaufen und zumeist an den hyalinen Nähten am deutlichsten hervortreten. Die vorletzte Kammer trägt sie nur an der Naht gegen die vorhergehende und die Rippen verlieren sich allmählich auf ihrer Oberfläche. Um den Rand des Gehäuses verläuft ein scharfer, ungleich breiter Saum, der auf beiden Seiten von je einem bald breiten kräftigen, bald feinen scharfen Kiele begleitet wird, der knapp an der gewölbten Rückenwand einer jeden Kammer sich hinzieht. Die jüngste Kammer trägt auf einer stumpfen Hervorragung die gestrahlte Mündung. Ihre Stirnseite ist etwas seicht ausgehöhlt.

Von der eigentlichen *Cr. tricarinella* Rss. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., XLVI [1862], p. 68, Taf. VII, Fig. 9), die von *Cr. truncana* Gümb. kaum zu trennen ist, unterscheidet sich diese Varietät durch ihre mehr kreisrunde Gestalt, besonders aber durch den Besitz der Rippen.

Durch diese Eigenschaft ähnelt diese Form der *Cr. ariminensis* d'Orb. (For. foss. d. bass. tert. de Vienne, p. 95 f., Taf. IV, Fig. 8 und 9), die aber viel dicker ist und der die beiden Seitenkiele fehlen. Eine große Ähnlichkeit besteht mit der *Cr. bicostata* Deecke (Issler, Beitr. zur Stratigr. und Mikrofauna des Lias in Schwaben, Paläontogr., LV. Bd. [1908], p. 90, Taf. VII,

Fig. 324). Den Namen *bicostata* erhielt das Stück Deecke's aus dem Dogger, weil es die Kammernähte mit Rippen besetzt hatte und außerdem noch kleine, zur äußeren Peripherie parallele feine Rippen aufwies. An dem Exemplar Issler's lassen sich die Rippen, welche Kammerscheidewände bedecken, nicht nachweisen, da das Stück in Kanadabalsam eingebettet photographiert wurde. Deshalb fehlt auch eine Ansicht von der Stirnseite, die einen Vergleich der Dicke des Gehäuses ermöglichen sollte. Wohl aber stimmt die Bemerkung Issler's, daß die Gehäuseoberfläche wie ein Spinnengewebe aussieht, für gewisse Stücke der vorliegenden Form.

Die zweite Ausbildung (Fig. 5), die ich von der vorstehenden nicht trennen möchte, weil es viele Stücke gibt, die einen direkten Übergang bilden, hat ebenfalls hyaline Nähte, einen Rückensaum und jederseits einen Kiel, ihre Kammern sind aber in der Mitte mehr gewölbt und die Endkammern reichen nicht ganz bis zur Mitte des Gehäuses, sondern zeigen die Tendenz, sich mehr geradlinig übereinander anzuordnen, so daß die Kammern des ersten Umganges zum Teil unbedeckt bleiben, wie gewisse Ausbildungsformen von *Cr. Hauerii* d'Orb. Die Berippung ist sehr fein und spärlich. Die extremsten Formen dieses Typus zeigen dann eine Kammeranordnung wie bei *Cr. Kittli* Rzeh. (Verh. des Naturf. Ver. Brünn, Bd. XXIV [1885], p. 107, Taf. I, Fig. 11).

12. **Cristellaria elegans** Hantk.

In einzelnen Proben tritt eine Form auf, die eine große Ähnlichkeit mit *Cr. elegans* Hantk. besitzt, so wie sie Grzybowski aus dem karpathischen Alttertiär anführt (Rozpr. Wydziału matem.-przyrod. Akad. Umiej. Kraków, Bd. XXXIII, p. 297, Taf. XII, Fig. 84, Sep. F. 19). Mit den Stücken Hantken's (Mitt. aus dem Jahrb. der k. ung. geol. Anst., IV [1875], p. 86, Taf. XIV, Fig. 4) stimmen beide Stücke wenig überein, eine größere Ähnlichkeit weisen sie mit *Cr. Hauerina* d'Orb. var. *gladiiformis* Rzeh. auf (Verh. des Naturf. Ver. Brünn, Bd. XXIV [1885], p. 101, Taf. I, Fig. 9). Ähnlichkeiten führen auch zu *Marg. compressa* Rss.

13. **Cristellaria secans** Rss.

Das Gehäuse ist fast kreisrund, in manchen Fällen von einem kräftigen, wenn auch nicht sehr breiten Saum umgeben. Den letzten Umgang, der allein von außen sichtbar ist, bilden 5 bis 9 Kammern, deren Nähte mit starken Rippen besetzt sind, die in der Mitte der Gehäusebreite zusammenstoßen oder sich zu einer Zentralscheibe vereinigen. Eine von den Rippen faßt auch den Stirnrand der jüngsten Kammer ein. Die Mündung steht am höchsten Punkte der Endkammer, dort wo diese beiden Randsäume und der Gehäusekiel zusammenfallen, und ist einfach, ungestrahlt.

Auffallend bei dieser Form ist der sehr bedeutende Dickendurchmesser, wie er sonst nur noch bei *Cr. crassa* zu finden ist. Dieser am nächsten kommt die fünfkammerige Form, deren Rippen etwas schwächer sind und zu keiner Zentralscheibe verschmelzen; der Kiel ist ziemlich schmal.

Eine dritte Ausbildungsform, die ich auch hierher rechne, hat einen breiten Randsaum und kräftige Rippen, die sich gegen die Mitte des Gehäuses zu verstärken und dort zusammenfließen, aber keine eigentliche Scheibe bilden. Diese entspricht am ehesten der berippten *Cr. depauperata* Rss. bei Hantken (Mitt. aus dem Jahrb. der k. ung. geol. Anst., [1875], p. 55, Taf. VI, Fig. 5), die wohl mit der gleichnamigen var. *costata* Rss. (Denkschr. der k. Akad. der Wiss., Bd. XXV, p. 30 f., Taf. IV, Fig. 5 und 6) sehr wenig Ähnlichkeit hat, dagegen viel mehr zu *Cr. prominula* Rss. und *Cr. megalopolitana* Rss. (Zeitschr. der Deutsch. geol. Ges., [1855], p. 241 f., Taf. IX, Fig. 3 und 5) hinüberführt.

Die Stücke mit wohlausgebildeter Zentralscheibe sind wiederum von *Cr. subangulata* Rss. nicht erheblich verschieden.

Die kretazische *Cr. secans* Rss. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XL [1860], p. 214 f., Taf. IX, Fig. 7), der eigentliche Typus, hat gegenüber den vorliegenden Formen nur eine größere Kammeranzahl und eine geringere Dicke des Gehäuses. Reuss bezeichnet die Form, von der nur die eine Abbildung existiert, als sehr selten.

14. **Cristellaria Paulae** Karr. var.

Die erste Kammer dieser meist dreikammerigen Form ist kugelig aufgetrieben und mit vier kräftigen schrägen Rippen versehen, die beiden übrigen Kammern etwas seitlich zusammengedrückt und glatt. Bei der Form Karrer's (Abh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Bd. IX [1877], p. 384, Taf. XVI *b*, Fig. 41) umgibt das Gehäuse ein Kiel, der in Zähne geteilt ist. Bei einigen der vorliegenden Stücke ist ein solcher zwar angedeutet, aber bei weitem nicht so stark und vor allem nicht mit Zähnen besetzt. Dieses Merkmal hat hier wohl dieselbe Bedeutung wie bei *Cr. rotulata* Lamck., wo Formen mit Kielandeutung allmählich in stark gekielte und mit Zähnchen versehene Formen übergehen. Vgl. auch *Cr. Rzehaki* Schub. (Sitzungsber. des Nat.-med. Ver. »Lotos«, [1900], p. 85, Taf. I, Fig. 9).

15. **Cristellaria crassa** d'Orb.

Das kreisrunde Gehäuse wird von einem starken, aber nicht sehr breiten Randsaum umgeben. Der letzte Umgang zeigt fünf Kammern, deren Nähte oft mit schwachen Rippen versehen sind. Die freien Ränder der Stirnseite der jüngsten Kammer werden von je einer starken Rippe eingefaßt. Dort wo diese beiden Rippen mit dem Gehäusesaum zusammenstoßen, ist die einfache, ungestrahlte Mündung. Die Form fällt in den einzelnen Proben durch den Dickendurchmesser auf. Von den unter dem Namen *Cr. crassa* d'Orb. bekannten Formen zeigt keine eine vollständige Übereinstimmung mit der vorliegenden, wohl aber die *Cr. deformis* Rss., wie sie Bornemann (Zeitschr. der Deutschen geolog. Ges., [1855], Sep. 33, Taf. III, Fig. 1 bis 3) anführt. Unter den einzelnen Ausbildungsstufen ist die Fig. 3 mit fünf Kammern mit unserer Form identisch.

Cr. crassa d'Orb. bei Brady (Chall. Rep., p. 549, Pl. LXX, Fig. 1) unterscheidet sich durch die kleinere Kammeranzahl und die gestrahlte Mündung.

16. Cristellaria nummulitica Gümb.

(Taf. I. Fig. 6 und 7.)

Die hier gefundenen Stücke stimmen wohl durch ihre flache Gestalt und die Kammeranordnung mit der bayerischen Eocänform überein, besitzen aber eine Endkammer, deren Ausbildung ein gewisses paläontologisches Interesse beansprucht. Besonders bei einem Exemplar ist dies auffällig. Dieses ist sehr flach und zeigt zunächst fünf regelmäßige *Cristellaria*-Kammern, die gegen die konkave Seite der »Windung«, wenn man von einer solchen hier sprechen kann, stark herabgezogen erscheinen, so daß die letzte der ersten fünf Kammern wieder fast bis zur Anfangskammer reicht.

Die sechste Kammer ist aber von den vorhergehenden verschieden. Sie reicht sowohl auf der konkaven als auch auf der konvexen Gehäuseseite weit herab, so daß sie zu einer »reitenden« Kammer wird, wie sie Frondicularien oder Flabellinen aufweisen. Diese Tatsache läßt der Vermutung Raum, daß diese Form in ihrer späteren Entwicklung zu einer *Flabellina* werden könnte. Da sich von dieser Art in den Proben nur zwei Exemplare fanden, von denen das eine Stück unvollständig ist, konnte kein Vergleich vorgenommen werden und es sei hier nur auf diese Eigentümlichkeit hingewiesen. Eine ähnliche Erscheinung beobachtete auch Terquem im Lias von Metz an zahlreichen Cristellarien, die ebenso beschaffene Endkammern besitzen.

17. Formenkreis der Cristellaria Wetherelli Jon.

Eine Anzahl von langgestreckten *Cristellaria*-Formen, die früher unter verschiedenen Artnamen beschrieben wurden, zeigt in den äußersten Grenztypen so viele Ähnlichkeiten, daß die Annahme einer einheitlichen, auf natürlicher Verwandtschaft beruhenden Formenreihe gerechtfertigt erscheint.

Das charakteristische Kennzeichen der *Cr. Wetherelli* Jon., nach der dieser Formenkreis benannt sein möge, bilden die parallel zur Längserstreckung des Gehäuses verlaufenden Wülste, die auf den Flanken der Kammern am stärksten ausgebildet sind und gegen die Kammerscheidewände hin sich

verjüngen. Von dieser nach der einen Entwicklungsrichtung hin extremen Form gibt es alle Übergänge bis zu denen, deren Kammerscheidewände allein mit erhabenen Wülsten versehen sind, die dann das zweite Extrem darstellen. In den untersuchten Proben kann man im allgemeinen vier Ausbildungen unterscheiden.

Die einen — es sind dies Stücke, die im äußeren Habitus der *Cr. arcuata* Rss. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XVIII [1856], p. 233, Taf. III, Fig. 34 bis 36; Bd. L, p. 29, Taf. II, Fig. 9 bis 11) entsprechen — tragen die warzenartigen Erhabenheiten, die weit voneinander stehen und keinerlei Anordnung in Längsreihen zeigen, gerade nur auf den bogigen Kammerscheidewänden. Von dieser ist *Cr. gemmata* Brady kaum zu trennen.

Eine zweite Ausbildungsform enthält langgestreckte Stücke vom Typus *Cr. gladius* Phil. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XVIII, p. 232, Taf. II, Fig. 31; Taf. III, Fig. 32 und 33) = *Cr. Gosae* Rss. (Denkschr. der k. Akad. der Wiss., Bd. VII, p. 67, Taf. XXV, Fig. 10, 11) = *Cr. cumulicostata* Gümb. pars. Bei diesen ist jede der bogigen Kammernähte entweder nur mit einem einfachen Wulst versehen oder es treten besonders im älteren Gehäuseteil unter denselben kleine warzenartige Erhabenheiten auf, die den Nähten folgen, also regelmäßig in bogigen Reihen angeordnet sind.

Zwischen diesen letzteren und der *Cr. arcuata* Phil. bei Hantken (Mitt. aus dem Jahrb. der k. ung. geolog. Anst., Bd. IV [1875], Sep. p. 51, Taf. V, Fig. 10) und vielleicht *Cr. porvaensis* Hantk. (l. c., p. 50, Taf. XIV, Fig. 1) läßt sich keine Grenze ziehen, da es Stücke gibt, bei denen die Körnelung ungemein schwach ausgebildet ist, und wieder andere, die im älteren Gehäuseteile große warzenartige Erhabenheiten auf den Kammerscheidewänden tragen, die sogar zu kleinen Stacheln umgewandelt sein können, im jüngeren Teile dagegen Nahtwülste (Textfig. 1). Dabei kann man beobachten, daß in dem Gehäuseteile, wo sich die Kammern geradlinig anzuordnen beginnen, zunächst noch die Kammernähte gekörnelt sind, daß sich aber diese Erhabenheiten schon mitunter in bald kürzere, bald längere Wülste umwandeln, die dann den Kammernähten folgen.

Weiter liegen derartige langgestreckte Exemplare vor, bei denen die Warzen keine runden Erhabenheiten mehr vorstellen, sondern kurze Wülstchen sind, die zwar auf den Kammerscheidewänden beginnen, aber, allmählich verlautend, auf die Kammerflanken übergehen und sehr gedrängt stehen, so daß sie den Eindruck erwecken, als ob ursprüngliche, einfache, gewulstete Kammerscheidewände von Längsfurchen in einzelne schmale Teile zerlegt worden wären. Diese letzteren Formen kommen der *Cr. Wetherelli* Jon. (Brady, Rep. Challenger, p. 537, Pl. CXIV, Fig. 14) am nächsten.

Endlich wären noch die kräftigen Formen zu erwähnen (Textfig. 2), die im äußeren der *Marg. Muelleri* Rss. (Sitzungs-

Textfig. 1.

Textfig. 2.

ber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XLVI [1862], p. 61 f., Taf. VI, Fig. 1) aus der unteren norddeutschen Kreide ungemein ähnlich sehen und der *Cr. fragaria* Gümb. (Abh. der k. bayer. Akad. der Wiss., math.-nat. Kl., Bd. X, 2. Abt. [1868], p. 635, Taf. I, Fig. 58 *a, b, c*; Hantken, *Clav. Szabói* Horiz., p. 53, Taf. VI, Fig. 2, 3) entsprechen.

Die Erhabenheiten, die hier die Flanken des Gehäuses bedecken, sind starke, schräg verlaufende Rippen, die nur bis an das proximale Ende der letzten Kammer heranreichen und hier verlaufen. Die Rippen ziehen aber nicht ununterbrochen über das Gehäuse, sondern verlieren sich meist an den Kammernähten, aber auch mitunter mitten in der Kammerflanke, um sofort wieder zur vollständigen Stärke anzuwachsen. Innerhalb der einzelnen Ausbildungstypen gibt es Stücke, die am Rücken einen Kiel besitzen — derselbe kann, wie bei der

letzten Form sogar ziemlich bedeutend sein — oder ganz kiellos sind.

18. **Flabellina oblonga** Rss.

(Taf. I, Fig. 8 und 9.)

Die Identifizierung mit der obigen Art erfolgte lediglich auf Grund eines Bruchstückes, das nur den ältesten Gehäuseteil umfaßt. Die ersten fünf Kammern sind regelmäßig in der Ebene spiral angeordnete *Cristellaria*-Kammern, auf die dann vier ganze und eine abgebrochene »reitende« *Frondicularia*-Kammern folgen. Der älteste Gehäuseteil ist etwas seitwärts gebogen wie bei der *Flabellinella tetschensis* Mat. aus der böhmischen Kreide (Sitzungsber. des Deutschen nat.-med. Vereines »Lotos«, 1901, p. 165, Taf. II, Fig. 8). Die Breitseiten sind an den Rändern mit kielartigen Leisten eingesäumt, so daß die Schmalseiten rinnenartig ausgehöhlt erscheinen.

Bei Marsson (l. c., p. 139) finden wir eine Zusammenstellung und kritische Sichtung der Angehörigen des ganzen Formenkreises. Darnach wäre unsere Form mit seiner var. β *elongata* v. Mnst. identisch, unter deren Namen Marsson die *Fl. oblonga* Rss., *Fl. obliqua* v. Mnst. und *Fl. lingula* v. Hag. subsumiert. Von diesen hat *Fl. obliqua* v. Mnst. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. L [1864], p. 458 ff., Taf. II, Fig. 1 bis 4, 5 bis 7) besonders in Fig. 5 und *Fl. oblonga* Rss. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XVIII [1855], p. 226, Taf. I, Fig. 11 bis 16; *Fl. obliqua*, Taf. II, Fig. 20 bis 22) besonders in Fig. 20 die meiste Ähnlichkeit mit der vorliegenden Form. *Fl. obliqua* v. Mnst. ist aber gestreift und hat mehr *Cristellaria*-Kammern als unser Stück, auch ist bei keiner derselben die rinnenförmige Aushöhlung der Schmalseiten deutlich sichtbar, auch bei der jüngsten Abbildung nicht (Abh. der k. bayer. Akad. der Wiss., Bd. XXI, I. Abt. [1899], p. 109, Taf. XXIV, Fig. 1 und 2).

19. **Flabellinella praemucronata** Lieb. et Schub.

(Taf. I, Fig. 10.)

Diese Art tritt nur in einigen wenigen Bruchstücken des älteren Gehäuseteiles auf. Eines derselben zeigt bloß den

Vaginulina-Anfang mit einem breiten hyalinen Saum, ein anderes besitzt außer diesem aus vier Kammern bestehenden Gehäusestück noch drei *Frondicularia*-Kammern ganz und zwei zur Hälfte. Daß hier ein hyaliner Saum den älteren Gehäuseteil umgibt, spricht nicht gegen die Identifizierung mit den Exemplaren der Puchower Mergel von Gbellan (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1902, p. 291, Taf. XV, Fig. 2). Diejenigen Bruchstücke, die nur den ältesten Gehäuseteil erhalten haben, weisen durch den in keinerlei Weise beschädigten Randsaum darauf hin, daß sie wie der analoge Teil bei den Formen von Gbellan zapfenartig aus dem Gehäuse hervorragten.

20. **Bolivina punctata** d'Orb. var. **semistriata** nov.

Taf. I, Fig. 11.

Mit der gewöhnlichen *B. punctata* d'Orb. tritt in den Proben noch eine Form auf, die im allgemeinen Kammeraufbau mit ihr ganz übereinstimmt, im älteren Gehäuseteil aber einige über die Flanken verlaufende Rippen besitzt, die sich auf den jüngeren Kammerwänden oft in eine Anzahl von Punkten auflösen, wie bei *B. nobilis* Hantk.

Die älteste Kammer trägt einen kurzen griffelartigen Stachel, von dem die oben erwähnten Rippen ausgehen, wie bei gewissen Formen von *B. aenariensis* Costa. Die älteren Kammern sind auch bei einer Aufhellung in Glyzerin schwer zu unterscheiden.

Durch den Besitz von Rippen auf den Flanken der ältesten Kammern bekommt die Art eine gewisse Ähnlichkeit mit der oben erwähnten *B. aenariensis* Costa (bei Brady, Chall. Rep., p. 423, Taf. LIII, Fig. 10, 11), deren Berippung aber ein sehr inkonstantes Merkmal ist. Auch ist *B. aenariensis* Costa ganz flach, während die vorliegende einen breitovalen Querschnitt besitzt. *B. semistriata* Hantk. (l. c., Sep. p. 65, Taf. VII, Fig. 13, und Földtani Társulat Munkálatai, IV [1868], p. 95, Taf. II, Fig. 34) besitzt auch dünne Rippen, die etwa bis zur Hälfte der Gehäuselänge reichen, ist aber viel enger und im Verhältnis kräftiger, ihr Querschnitt ist fast rund.

Gestreifte Varietäten von *B. punctata* d'Orb. erwähnt auch Goës (K. Svenska Vet. Akad. Handl., Bd. XIX, p. 69 f., Pl. IV, Fig. 114, 115), ohne sie von der Stammform zu trennen, und Hantken bemerkt in den oben erwähnten »Munkálatai«, daß seine *B. semistriata* von Reuss für eine Varietät von *B. punctata* d'Orb. gehalten werde.

21. **Bolivina reticulata** Hantk.

Die letzten Kammern der vorliegenden Stücke sind sehr stark gebogen, so daß in der Gestalt eine gewisse Ähnlichkeit mit *B. tenuis* Brady sichtbar wird. Das charakteristische feine Netzwerk ist bei unseren Stücken nur in der Nähe der Kammerscheidewände deutlich wahrzunehmen, im übrigen Teil ist es durch kleine Rauhigkeiten der Oberfläche angedeutet. Die Kammerscheidewände springen als feine Leistchen über die Gehäuseoberfläche hervor. Bemerkenswert ist auch der Umstand, daß gewisse Exemplare einen deutlichen Randsaum besitzen, so daß eine gewisse Ähnlichkeit mit *B. schwageriana* Brady (Chall. Rep., p. 425, Taf. LIII, Fig. 24 und 25) unverkennbar ist.

23. **Bolivina aenariensis** Costa.

(Taf. I, Fig. 12.)

In den vorliegenden Proben tritt diese Art in zwei Ausbildungsformen auf. Eine der beiden ist schlank, langgestreckt, während die andere mehr breit gedrungen ist. Die erste entspricht etwa der Fig. 11 (Brady, Chall. Rep., Pl. LIII), während die andere durch die Form Schubert's (Beitr. zur Paläont. und Geol. von Öst.-Ung. und des Orients, Bd. XIV, Taf. I, Fig. 33) gekennzeichnet erscheint. Eine Berippung der Gehäuse ist bei den schlanken Stücken überhaupt nicht, bei der breiteren Ausbildungsart nur sehr selten und ungemein schwach nachweisbar. Ein zentraler Stachel fehlt der Anfangskammer vollständig.

Das Fehlen des Stachels bemerkt auch Schubert von seinen Exemplaren. Daß die Berippung bei dieser Art ein sehr variables Merkmal ist, betont auch Brady (Chall. Rep., p. 423),

auch die Stücke aus dem englischen Crag (Palaeontogr. Soc. Crag Foraminifera, p. 169 f., Pl. VI, Fig. 21) haben keine Berippung und keinen Stachel.

In einzelnen Proben treten der breiteren Varietät dieser Art sehr ähnliche, nur etwas kleinere, ebenfalls ziemlich flache Bolivinen auf (Taf. I, Fig. 13), deren Gehäuse in der Mitte eine einzige, ziemlich kräftige Längsrippe aufweist. Durch dieses letztere Merkmal ist aber die *B. scalprata* Schwag. aus dem ägyptischen Eocän charakterisiert (Paläontogr., Bd. XXX, p. 114, Taf. VI, Fig. 11[1]).

Schon die große äußere Ähnlichkeit wäre ein Grund zur Annahme, daß sie in den Formenkreis der *B. aenariensis* Costa gehört. Die Wahrscheinlichkeit wird noch dadurch größer, daß Schwager bei seinen Stücken von mehreren Begleitrippen spricht. Die vorliegenden Exemplare sind nur etwas breiter und nicht so spitzig wie die ägyptischen.

23. **Bolivina lobata** Brady.

(Taf. I, Fig. 14.)

Die Anfangskammern sind sehr undeutlich wahrnehmbar, die jüngeren dagegen durch ziemlich tiefe Furchen getrennt, so daß die einzelnen Kammern über den Rand des Gehäuses wie knorrige Äste vorspringen. Die Kammerwände sind sehr dick, die Kammerhöhlungen treten in den emporgewulsteten Teilen des Gehäuses als helle Flecke hervor. Siehe auch Millet (Journ. R. Microsc. Soc., 1899, p. 557, Taf. VII, Fig. 10 und 11).

24. **Bifarina Adelae** n. sp.

(Taf. I, Fig. 15.)

Die Stücke sind etwa $^1/_2$ bis 1 *mm* lang, ihr Querschnitt ist im älteren Gehäuseteile mehr oval, im jüngeren fast ganz rund. Die Kammern sind bis auf die letzten ganz deutlich biserial angeordnet, würden also für sich eine *Bolivina* ergeben, die jüngsten aber sind uniserial. Die letzte von diesen trägt

[1] Fälschlich als Fig. 12 bezeichnet.

terminal eine breitspaltförmige Mündung. Die jüngeren *Bolivina*-Kammern und besonders die Endkammern zeigen an den Nähten nischenartige Höhlungen, ähnlich denen von *Sagrina dimorpha* Jon. et Park., die Schubert (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Bd. LIII [1903], p. 419 f., Taf. XIX, Fig. 8 *a* bis *c*) wegen dieser Eigenschaft als var. *ornata* von der Stammform trennte. Die Ähnlichkeit mit der *Sagrina dimorpha* Jon. et Park. bei Brady ist tatsächlich eine sehr große. Man könnte hier an eine entosolene Ausbildungsform denken, aber im Längsschliff und bei Glyzerinaufhellung ist nichts davon zu merken. Im Gegenteil, es tritt der biseriale *Bolivina*-Teil noch schärfer hervor. Die eigenartige Zusammensetzung aus biserialen *Bolivina*- und uniserialen *Nodosaria*-Kammern, bei denen sich der Ahnenrest noch in der Gestalt der Mündung kundtut, charakterisiert die Form als eine *Bifarina*.

In einigen Proben, besonders häufig in Nr. 22 Miranje, kommen außer den vollständig ausgebildeten Bifarinen Stücke vor, deren sämtliche Kammern biserial angeordnet sind, bis auf die jüngste, die sich bereits in die Längsachse des Gehäuses gestellt hat. Diese Stücke sind also Bolivinen, die in der Umwandlung zu Bifarinen begriffen sind. Einige lassen eine Spur von schwachen Längsrippen erkennen. Unter den Bolivinen könnte höchstens *B. porrecta* Brady (Chall. Rep., p. 418, Taf. LII, Fig. 22) als verwandt zum Vergleiche herangezogen werden. Durch die eigenartige Kammerverzierung unterscheidet sich die vorliegende Form von allen ihr nur halbwegs ähnlichen.

25. **Plectofrondicularia striata** Hantk. sp.

So wie ich diese Art in den oligocänen Proben von Biarritz fand, kommt sie auch hier nur in Bruchstücken des älteren Gehäuseteiles vor, die überdies noch sehr klein sind und trotz vorhergegangener Aufhellung in Glyzerin nicht immer den Kammeraufbau deutlich zeigen. Gegenüber meiner seinerzeit (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1902, p. 76 f.) gegebenen Charakteristik dieser Form läßt sich eine Abänderung nachweisen, die darin besteht, daß der Rand des Gehäuses nicht einfach in einen Saum übergeht, sondern etwas breiter und ausgehöhlt ist, ähnlich wie bei *Pl. concava* Lieb. Diese Höhlung wird von

den etwas vorstehenden Seitenrändern wie von zwei Leisten eingefaßt. Über die Breitseite des Gehäuses verlaufen vier bis fünf deutliche Rippen. Gegenüber den Exemplaren aus der bayrischen Molasse stehen die vorliegenden an Größe zurück.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß die *Frondicularia seminuda* Rss. (Zeitschr. der Deutschen geolog. Ges., 1851) in den Formenkreis der vorliegenden Art gehört. Auch *Fr. incompleta* Franz. (Földtani közlöny, 1888, p. 172, Taf. II, Fig. 3, 4) und *Fr. interrupta* Karr. (Abh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, IX. Bd. [1877], p. 380, Taf. XVI *b*, Fig. 27, und Chall. Rep., p. 523, Taf. LXVI, Fig. 6, 7) stehen ihr ungemein nahe.

26. **Plectofrondicularia concava** Lieb.

(Taf. I, Fig. 16 und 17.)

Bei dieser Form gab ich (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1902, p. 94) als ein Merkmal das Auftreten einer vorspringenden Leiste auf der rinnenförmig ausgehöhlten Schmalseite an, wodurch diese der Länge nach in zwei Hälften geteilt wird. Den dalmatinischen Exemplaren fehlt dieser Kiel, alle übrigen Kennzeichen sind aber vorhanden. Die Identifizierung beruht auch hier auf unvollständigen Exemplaren, denen der jüngere Gehäuseteil fehlt. Ein einzeln dastehendes Stück zeigt außerdem die interessante Tatsache einer Art megalosphärischer Ausbildung des Anfangsteiles. Während die Formen aus den bayerischen Promberger Schichten und einige der vorliegenden durchschnittlich fünf *Bolivina*-Kammern aufweisen, hat dieses deren eigentlich nur zwei, die alternierend angeordnet sind. Beide sind aber fast gleich groß und liegen direkt nebeneinander, so daß es schwer ist, die eigentliche Anfangskammer herauszufinden. Da die in der Figur rechts gelegene zwar mit der linken, nicht aber mit der darüberliegenden ersten reitenden« *Frondicularia*-Kammer kommuniziert, ist sie wohl als Anfangskammer anzusehen.

Andrerseits liegt aber auch die Möglichkeit vor, gerade diese Form als *Proroporus* zu deuten, dessen Anfangsteil einer *Spiroplecta* entspricht, dessen jüngere Kammern aber *Frondicularia*-Kammern sind. Die Art, die hier in Betracht käme, ist *Proroporus subquadrilaterus* Lieb. et Schub. aus den

karpathischen Inoceramenschichten von Gbellan (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1902, p. 295, Taf. XV, Fig. 7 *a* bis *c*). Freilich ist es schwer, im »Ahnenrest« der vorliegenden Form einen spiralen Aufbau herauszufinden, wie es auch Schwierigkeiten hat, die Kammern streng genommen als alternierend zu bezeichnen.

27. **Pleurostomella brevis** Schwag.

(Taf. I, Fig. 18.)

Der ältere Teil ist unten abgerundet, das ganze Gehäuse zeigt äußerlich nur drei Kammern, von denen die jüngste stark gewölbt ist und die ovale Mündung trägt. Die Form gleicht fast vollständig den gedrungenen Stücken Brady's (Chall. Rep., p. 411, Taf. LI, Fig. 20). Diese unterscheidet sich aber von der Art, die Schwager mit diesem Namen belegte (Novara Exp., Geol. Teil, Bd. II, p. 239, Taf. VI, Fig. 81) besonders durch die geringere Kammeranzahl und das gedrungene Aussehen.

28. **Bulimina contraria** Rss. sp.

Das Gehäuse zeigt im allgemeinen äußeren Umriß ein rotaliformes Aussehen, besteht aus Kammern, die in zwei Umgängen angeordnet sind, die an Größe rasch zunehmen. Die Endkammern sind sehr breit und werden auf der scheinbaren Umbilikarseite sehr hoch. In der Mitte dieser Seite stoßen die einzelnen Kammern nicht vollständig zusammen, sondern lassen eine sternähnliche Vertiefung frei. Am stark angeschwollenen Stirnende trägt die letzte Kammer eine breitschlitzförmige Mündung.

Die Form ist bisher nur aus dem Oligocän, Miocän und rezent bekannt. In jüngster Zeit machte Schubert (Abh. d. k. k. geol. Reichsanst., Bd. XX [1911], Heft IV, p. 53) Gründe geltend für eine Abtrennung dieser Art von *Bulimina* und Zuteilung zu *Pulvinulina*.

29. **Sagrina columellaris** Brady.

(Taf. II, Fig. 1.)

Die Gehäuse dieser Art kommen in den Proben in zwei Ausbildungsweisen vor. Teils haben sie nämlich eine rauh gekörnelte Oberfläche, teils sind sie fast ganz glatt. Bei der Untersuchung einiger Stücke mit Salzsäure brausten sie sehr stark, es blieben aber ganz kleine helle Körnchen übrig, die

sich auch beim Erwärmen der Säure nicht veränderten. Diese zweifellosen Kieselkörner bilden aber nicht wie bei den übrigen kieseligen Foraminiferen durch gegenseitige Agglutination das Gehäuse, sondern scheinen nur eine Art Panzerdecke vorzustellen. Beobachtet man nämlich das Verhalten der Gehäuse in stark verdünnter Säure, so sieht man, daß sich die Körnchen langsam ablösen und darunter erscheint erst die stark brausende, also kalkige Schale.

Morphologisch sind die Kammern nach zwei Bauplänen angeordnet. Der Anfangsteil ist multiserial und oft vom jüngeren, aus uniserialen Kammern bestehenden Teil deutlich abgesetzt. Die jüngste Kammer läuft entweder ganz schwach spitz zu und trägt eine runde Mündung oder diese ist direkt in das terminale Ende dieser Kammer eingesenkt. Die Stücke entsprechen im äußeren Aufbau bis auf die stärker gewölbten uniserialen Kammern und infolgedessen der tieferen Nähte ganz der *Clavulina communis* d'Orb., deren Zugehörigkeit zum Genus *Clavulina* noch sehr zweifelhaft ist, da die Anfangskammern keineswegs einer rein triserialen *Tritaxia*, sondern vielmehr einer *Uvigerina* entsprechen. Das sieht man auch bei den vorliegenden Stücken. In der Reihe der Sagrinen steht *S. columellaris* Brady (Chall. Rep., Taf. LXXV, nur Fig. 17) unserer Form am nächsten, während bei Fig. 15 und 16 der Ahnenrest gegen die große Anzahl der uniserialen Kammern verschwindet. Es ist nicht ausgeschlossen, daß unsere Form eine Weiterentwicklung der *S. rugosa* d'Orb. aus der französischen Kreide (Mém. Soc. géol. de France, T. IV, p. 47, Pl. IV, Fig. 31 und 32) darstellt, die eigentlich noch eine *Uvigerina* ist.

30. **Sagrina striata** Schwag. sp.

(Taf. II, Fig. 2.)

Die in den untersuchten Proben gefundenen Stücke sind zumeist sehr klein; auf den polymorphen Anfangsteil, der etwa die Hälfte des Gehäuses ausmacht, folgen höchstens drei bis vier uniserial angeordnete Kammern, deren letzte eine eingesenkte Mündung trägt. Bei keinem der Exemplare wurde eine Mündungsröhre beobachtet. Es dürfte sich das hier so verhalten wie bei den Clavulinen, wo Stücke mit einer Mündungs-

röhre neben solchen mit einfach eingesenkter Mündung auftreten. Alle Kammern sind mit feinen Rippen versehen, die bei einigen Stücken nur in der Nähe der Kammernähte sichtbar werden.

31. **Dimorphina variabilis** Lieb. et Schub.

(Taf. II, Fig. 3.)

Im allgemeinen stimmt die vorliegende Form mit den Stücken aus der karpathischen Kreide überein, während aber bei diesen zwei bis drei uniseriale Kammern auftreten, folgen hier auf einen polymorphen Anfangsteil zunächst zwei bis vier biseriale und den Abschluß bilden eine oder zwei uniseriale Kammern. Die Mündung ist bei dem einen Exemplar verletzt, bei den anderen ist keine Strahlung sichtbar. Der Anfangsteil ist selten und nur wenig nach der Seite gebogen.

32. **Bigenerina nodosaria** d'Orb.

(Taf. II, Fig. 4.)

Mit dem Namen *Bigenerina* werden im allgemeinen agglutinierte Formen bezeichnet, deren Anfangskammern biserial angeordnet sind, deren Endkammern aber einreihig werden. Der biseriale Anfangsteil gehört zur Gruppe der »Textularien«. Hier in den dalmatinischen Proben treten Formen auf, die ein ungemein fein agglutiniertes Gehäuse zeigen. In Salzsäure brausen sie anfangs sehr stark, dann aber, wenn das Bindemittel aufgelöst ist, bleibt ein unlösbarer Überrest von äußerst feinen Kieselkörnchen zurück. Der biseriale Anfangsteil gehört aber eigentlich nicht einer flachgedrückten »*Textularia*« an, sondern besteht aus wenn auch schwach aufgeblasenen Kammern. Die einreihigen Kammern sind in der Anzahl von 1 bis 5 vorhanden, die jüngste derselben ist in eine kurze Spitze ausgezogen, welche die einfache runde Mündung trägt.

An einzelnen Stücken weist der biseriale Teil in der Anordnung der älteren Kammern eine gewisse Unregelmäßigkeit auf (Taf. II, Fig. 4*a*), so daß es den Anschein hat, als ob die regelmäßig alternierende Kammeranordnung aus einem triserialen Kammerverlauf entstanden wäre. In diesem Falle hätten wir einen neuen Typus vor uns.

Formen mit triserialer und dann biserialer Kammeranordnung bilden die Gattung *Gaudryina*. Hier hätte also eine *Gaudryina* eine weitere Entwicklungstendenz zu einreihigen Formen bekundet. Für die Abstammung von einer *Gaudryina* sprechen die gewölbten Kammern und die kurzröhrenförmige Mündung wie bei *G. siphonella* Rss. Wir hätten dann in dieser Form ein Seitenstück zur Gattung *Trigenerina*, deren Gehäuse aus anfangs schmal eingerollten, dann zweizeilig angeordneten, endlich einreihigen, seitlich stark zusammengedrückten Kammern aufgebaut ist.

Die Stücke, deren uniserialer Teil einkammerig ist, ähneln sehr der *Uvigerina auberiana* d'Orb., die außen eine starke Skulpturierung hat, weswegen sie von Brady (Chall. Rep., p. 579, Taf. LXXV, Fig. 9) als var. *auberiana* zu *Uv. asperula* Czižek gezogen wird. Millet dagegen legt auf die Eigenschaft der Zweizeiligkeit der Kammern einen größeren Wert, indem er eine glatte derartige *Uvigerina* aus dem Malaiischen Archipel (Rep. on the recent Foram. of the Malay Archipelago, Journ. of the Royal Microsc. Soc., 1903, p. 268 f., Taf. V, Fig. 8, 9) direkt als var. *glabra* zu *Uv. auberiana* d'Orb. stellt. Diese (Fig. 8) gleichen von außen denjenigen von unseren Stücken (Taf. II, Fig. 4*b*), deren uniserialer Teil aus einer Kammer besteht, am meisten.

33. **Trigenerina capreolus** d'Orb. sp.

(Taf. III, Fig. 1.)

Für diese Form, deren Kammern im ältesten Gehäuseteile spiralig, später zweizeilig und endlich einreihig angeordnet sind, deren Endkammer mit einer schlitzförmigen Öffnung wie bei gewissen Lingulinen versehen ist, schlug Schubert (Beitr. zur Paläont. und Geol. von Öst.-Ung. und des Orients, Bd. XIV, p. 26) den Namen *Trigenerina* vor. Die meisten der vorliegenden Stücke in den einzelnen Proben sind ganz typisch und haben einen aus zwei Kammern bestehenden uniserialen Teil. In der Probe Nr. 10 (Korlat) kommen aber unter anderen Formen vor (Taf. III, Fig. 1*b*), bei denen der älteste Teil vom übrigen Gehäuse etwas abgesetzt ist und bei denen sich nur die letzte Kammer über die zwei vorhergehenden hinüberlegt und mit einer schlitzförmigen Öffnung, die nicht ganz auf der Spitze der jüngsten Kammer

liegt, nach außen mündet. Während der triseriale und der biseriale Gehäuseteil bis auf die zwei letzten Kammern einen spitzrhombischen — den typischen Querschnitt von *Spiropl. pupa* d'Orb. — zeigt, sind die jüngsten Kammern bedeutend flacher und haben einen spitzelliptischen Querschnitt, wie beispielsweise *Lingulina carinata*.

Hier bei diesen letzteren Stücken haben wir einen direkten Übergang einer *Spiroplecta* in eine *Trigenerina*. Ich stehe nicht an, die vorliegenden Stücke zu *Trig. capreolus* d'Orb. sp. zu ziehen. Welche *Spiroplecta* sonst an der Bildung der *Trigenerina capreolus* beteiligt ist, darüber fehlen die Angaben. Brady nimmt zwar als Jugendstadium die *Text. flabelliformis* Gümb. an, die aber wenigstens nach der Darstellung Gümbel's (Abh. der k. bayr. Akad. der Wiss., II. Kl., Bd. X, II. Abt., p. 647 f., Taf. II, Fig. 83 *a*, *b*) ein viel zu dickes Gehäuse hat.

Unsere Formen stimmen beinahe vollständig mit den Anfangsstadien Brady's (Challenger, Pl. XLV, Fig. 3) überein.

34. **Textularia budensis** Hantk.

(Taf. II, Fig. 5.)

Aus der Darstellung dieser Form bei Hantken (Erte kezések a termesz. Köreböl, Bd. XIII [1883], p. 29, Taf. I, Fig. 8) wäre man sehr leicht geneigt, besonders nach den Ausführungen Schubert's über die Gattung *Textularia* (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt [1902], p. 80 ff., und Neues Jahrb. für Min., Geol. und Pal., XXV. Beil. Bd. [1907], p. 232 ff.) sie für eine *Gaudryina* zu halten, was auch in der eingangs angeführten Faunenliste Schubert's durch die Bezeichnung *Textularia (Gaudryina) budensis* Hantk. zum Ausdrucke gebracht wird. An einem Stücke, das durch seine etwas gestreckte Gestalt zu gewissen Ausbildungsformen von *Text. agglutinans* d'Orb. hinüberführt, habe ich durch Anschleifen konstatieren können, daß der Aufbau bis auf die etwas kugelige Anfangskammer rein biserial ist, daß wir also vorläufig diese Art als *Textularia* bezeichnen müssen. Zweifellos stellt die etwas vergrößerte Anfangskammer den letzten »Ahnenrest« vor, es muß die endgültige Ausbildung der Form als *Textularia* weiter zurückdatiert werden.

35. **Textularia an Spiroplecta** sp. nova indet.

(Taf. II, Fig. 6.)

Im Schlämmrückstande der Probe 35 (Velištak) treten nicht selten Bruchstücke einer Foraminiferenart auf, deren Gehäuse von den Breitseiten aus stark zusammengedrückt sind und deren Kammern regelmäßig alternieren. Die Kammerscheidewände sind als feine Linien sichtbar, der mittlere Teil jeder Kammer ragt mit einer schwachen Wölbung über die Oberfläche des Gehäuses empor. An den Rändern der Breitseiten verläuft jederseits eine Art Randverdickung. Keines der Bruchstücke enthält den ältesten Gehäuseteil. Die Mündung ist nicht ausgesprochen textulariaartig und befindet sich an der Stirnfläche der jüngsten Kammer ganz nahe an deren Grenze zur vorhergehenden. Mit HCl behandelt, braust die Form ziemlich lebhaft auf, hinterläßt aber eine kleine Menge eines Rückstandes, der auch nach der Erwärmung nicht verschwindet. Das Gehäuse ist also wohl sehr fein agglutiniert. Die einzige Art, die als etwas ähnlich in Betracht käme, ist *Spiropl. concava* Karr.

Clavulina.

Mit dem Namen *Clavulina* bezeichnet man kieselig agglutinierte Formen, deren älterer Gehäuseteil triserial angeordnete Kammern besitzt, die im jüngeren Teil in einreihig gestellte übergehen. Die Mündung steht an der Spitze einer kurzen Röhre, die von der Mitte der jüngsten Kammer ausgeht, oder ist direkt terminal in das Innere derselben Kammer eingesenkt. Die Anzahl der triserialen und uniserialen Kammern wechselt, man kann aber die Beobachtung machen, daß der triseriale Anfangsteil bei den geologisch jüngeren Formen immer mehr gegen die übrigen Kammern zurücktritt. In der letzten Zeit hat Schubert in einer Studie (Beiträge zu einer natürl. Systematik der Foraminiferen; Neues Jahrb. für Min., Geol. und Pal., Beil., Bd. XXV, p. 232 ff.) die Clavulinen von Tritaxien abgeleitet. Den Resultaten dieser Arbeit zufolge sind die Clavulinen eigentlich Tritaxien, welche die Tendenz bekunden, ihre Kammern einreihig anzuordnen, die triserialen Kammern — der

Ahnenrest, wie sie Schubert bezeichnet — nehmen einen immer geringeren Teil des Gehäuses ein.

36. **Clavulina cylindrica** Hantk.

zeigt den Typus im allergeringsten Grade. Hier sind die Nähte der älteren Kammern von außen vollständig unsichtbar und nur die der jüngeren kommen mitunter als ganz schwache Einsenkungen zum Vorschein.

Die größte *Clavulina* der untersuchten Proben ist

37. **Clavulina Szabói** Hantk.

Sie erreicht hier eine Länge von fast 2 *mm* und stimmt mit den Formen Hantken's aus dem ungarischen Oligocän vollständig überein. Die Figuren Hantken's zeigen das Gehäuse dieser Art durchaus dreikantig mit einer kurzen Mündungsröhre in der Mitte der jüngsten Kammer.

Unter dem Material einiger Schlämmproben (z. B. Mrdakovica, Miranje, Grabovci u. a.) finden sich Stücke, die im Anfangsteile ganz mit *Cl. Szabói* Hantk. übereinstimmen, deren Endkammer aber — die einzige uniseriale — unregelmäßig aufgetrieben ist und die Mündung eingesenkt hat oder auf einer ganz kurzen breiten Röhre trägt. Eingesenkte Mündungen kommen bei Clavulinen, wie oben erwähnt wurde, öfters vor, sie sind auch bei *Cl. Szabói* Hantk. von K. Wójcik an den Exemplaren von Kruhel (Bull. de l'acad. des sciences de Cracovie; Classe des sc. math. et nat. [1903]) beobachtet und als var. *Kruhelensis* bezeichnet worden. Das Merkmal aber, daß auf einen dreireihigen und dreikantigen Anfangsteil des Gehäuses abgerundete uniseriale Kammern folgen, ist bezeichnend für

38. **Clavulina Parisiensis** d'Orb.

(Taf. III, Fig. 2, 3, 4.)

Durch das zahlreiche Vorkommen derartiger Clavulinen in der Probe Grabovci konnten mannigfache Vergleiche angestellt werden. Von den Stücken mit einer einzigen deutlich uniserialen Kammer gibt es eine ganze Reihe von Übergängen bis zu Exemplaren mit vier solchen bald stärker, bald schwächer gewölbten Kammern. Der Kiel, der das Gehäuse dreikantig

macht, reicht dann höchstens bis zur Mitte der zweitältesten der uniserialen Kammern, so daß die jüngsten derselben gar keine Spur mehr von der Dreikantigkeit zeigen. Diejenigen Stücke, bei denen nur eine einreihig angeordnete Kammer auftritt, tragen diese oft nur in Form einer Mütze über den triserialen Anfangsteil und entsprechen dann der *Tritaxia tricarinata* Rss. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XL [1860], Taf. XII, Fig. 1. Im Texte heißt es p. 229: »Die letzte Kammer schwach gewölbt, oft mützenförmig die anderen Kammern deckend und sich am oberen Ende zur kurzen zentralen, von der feinen runden Mündung durchbohrten Spitze verdünnend«.)

Ich habe diese Stücke in allen Proben, in denen sie auftraten, zu dieser Art gezogen. Diese Beobachtungen bestätigen aber auch die Ansicht Schubert's bezüglich der Ableitung der Clavulinen von Tritaxien, nur ist wohl die *Tritaxia tricarinata* Rss. die Ahnenform von *Cl. Parisiensis* d'Orb. Die Hauptunterschiede gegenüber der sehr ähnlichen *Cl. Szabói* Hantk. sind:

1. Der triseriale Anfangsteil ist zwar dreikantig, die Flanken sind aber nicht so tief gehöhlt wie bei dieser, deswegen springen die Kiele auch nicht so stark vor.

2. Bei *Cl. Szabói* Hantk. ist das ganze Gehäuse bis zur jüngsten Kammer dreikantig, bei den vorliegenden Formen sind die uniserialen Kammern rund. Beide Arten sind aber grob agglutiniert.

Wenn wir die Angaben über *Cl. Parisiensis* d'Orb. in der Literatur verfolgen, so zeigen nur die Formen Schwager's (Paläontogr., Bd. XXX, p. 116, Taf. III, Fig. 18) aus dem ägyptischen Eocän einige Ähnlichkeit mit den vorliegenden. Bei den übrigen, z. B. Terquem (Mém. de la Soc. géol. de France, 3. Serie, Tom. II, 1882, p. 121, Taf. XX, Fig. 34), Brady (Challenger Rep., p. 395, Taf. XLVIII, Fig. 14 bis 18) und Chapmann (Journ. of the Quekett microsc. Club, 1907, p. 127, Taf. 9, Fig. 5) erscheint der triseriale Ahnenrest gegenüber dem übrigen Gehäuse nur als ein Anhängsel. Begreiflich wäre es bei den rezenten Formen, daß der uniseriale Teil über den triserialen überwiegt, befremdlich ist es bei den eocänen Stücken Terquem's. Diese Tatsache ließe sich nur durch die Annahme

erklären, daß zu verschiedenen Zeitpunkten in mehreren Gebieten zwei Tritaxien sich in gleicher Weise zu Clavulinen entwickelt hätten.

In den Schlämmproben der Bryozoenschichten von Priabona fand ich seinerzeit kleine, fast ganz hyaline, dreikantige Foraminiferengehäuse, die im allgemeinen äußeren Gehäuseaufbau mit *Rhabdogonium budense* Hantk. übereinstimmten. Beim Anschleifen zeigte es sich aber, daß diese Gehäuse einen *Clavulina*-Aufbau besitzen, wobei sie durchaus dreikantig waren. Ich setzte damals (Neues Jahrb. für Min., Geol. und Pal., Bd. I [1901], p. 117, Taf. V, Fig. 2 *a, b*) einen Beobachtungsfehler seitens Hantken voraus, identifizierte jene Formen mit *Rh. budense* Hantk. und nannte sie *Clavulina budensis* Hantk. sp. Dieselben kleinen Formen fand ich, wenn auch vereinzelt, in den Proben von Biarritz (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt [1906]). Auch in den vorliegenden Schlämmrückständen treten sie auf und sind wegen ihrer ungemeinen Kleinheit leicht zu übersehen. Sie gleichen äußerlich sehr dem *Rhabdogonium tricarinatum* (Challenger Rep., p. 525, Taf. LXVII, Fig. 1 bis 3). Die meisten von ihnen zeigen durchaus triserial angeordnete Kammern, bei denen sich nur die letzte etwas über die anderen ihr sonst koordinierten emporwölbt, höchstens so wie die Endkammer der Uvigerinen und trägt eine kurzröhrige Mündung. Nur in einigen wenigen Fällen folgen auf die triserialen zwei uniseriale Kammern. Interessant ist nun der Vergleich mit den Formen von Priabona. Diese oligocänen Formen sind durchschnittlich etwas größer und haben durchgängig zwei bis drei einreihig angeordnete Kammern. Zu erwähnen wäre nur noch, daß die dalmatinischen Eocänformen durchaus kalkig sind, während die daraufhin untersuchten Stücke von Priabona in Salzsäure nicht brausten. Das wäre aber kein Grund zur Trennung der beiden Formen, es gibt ja auch kalkige und kieselige Buliminen.

Diese Tatsachen beweisen ebenfalls die Annahme Schubert's, daß eine *Tritaxia* die Ahnenform von *Cl. budensis* Hantk. sp. bildet und daß diese später durch Unterdrückung des Ahnenrestes zu einem *Rhabdogonium* geworden ist; seiner Ansicht nach ist es

39. **Tritaxia minuta** Marss.

(Taf. II, Fig. 7)

(Verh. des Naturf. Ver. für Neuvorpommern und Rügen, Bd. X [1878], p. 162, Taf. IV, Fig. 31). Die vorliegenden Stücke zeigten jedoch viel eher eine Ähnlichkeit mit *Tr. lepida* Brady (Challenger Rep., p. 389, Pl. XLIX, Fig. 12). Wenn man jedoch die in den Proben gefundenen Stücke, ohne sie durch eine Wachsunterlage zu fixieren, wie es sonst bei derartigen dreikantigen Formen geschieht, einfach auf den Objektträger legt, erhält man die Ansicht, welche die Fig. 31 *b* bei Marsson wiedergibt; Fig. 7 *c* zeigt eines der Stücke von der gehöhlten Flanke aus gesehen. Fig. 7 *d* eines ohne Befestigung auf einem Wachssockel. Diese beiden Ansichten ergeben aber mit der Fig. 31 Marsson's eine vollständige Übereinstimmung. Die hier gefundenen Exemplare, die nur eine noch nicht ganz ausgesprochen uniseriale Kammer besitzen, können sehr wohl, soweit es die etwas undeutlichen Abbildungen Marsson's zulassen, mit *Trit. minuta* Marss. identifiziert werden. Die Formen mit mehreren einreihig angeordneten Kammern müssen aber als Clavulinen bezeichnet werden.

40. **Tritaxia lepida** Brady.

(Taf. II, Fig. 8.)

Ich meine diejenige, die ich in den Proben von Biarritz hauptsächlich durch den Vergleich mit den Formen Millet's aus dem Malayischen Archipel (Rep. on the rec. Foram. of the Malay Archip., Journ. R. Micr. Soc. [1900], p. 12, Taf. I, Fig. 15) mit dieser identifizierte, ist wahrscheinlich von der Art, die Brady (Challenger Rep., Pl. XLIX, Fig. 12) mit diesem Namen belegte, verschieden und kommt in den untersuchten Proben ebenfalls vor.

Sie erreicht die Größe der *Trit. minuta* Marss., unterscheidet sich aber von ihr hauptsächlich dadurch, daß sie nur undeutlich dreikantig ist, da die Kanten nicht zugeschärft, sondern gerundet sind, und dadurch, daß sich ihre Kammerscheidewände an den Nähten etwas emporwulsten, wodurch die einzelnen Kammern sofort voneinander unterscheidbar sind.

Diese Formen haben auch zuweilen an den Kammerscheidewänden nischenartige Vertiefungen, die durch etwas erhabene Leisten voneinander getrennt sind, wie solche auch bei *Sagrina dimorpha* Park. et Jon. oder bei *Bifarina Adelae* vorkommen.

Eine Form, die mir beim Präparieren leider zerbrach, rechne ich nur mit Vorbehalt zu

41. **Clavulina gaudryinoides** Forn.

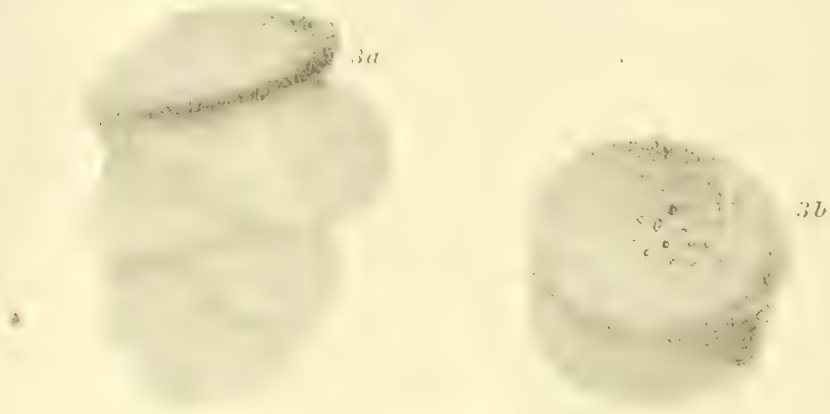
Ihr älterer Gehäuseteil hat triserial angeordnete Kammern, ihre Grenzen sind aber nach außen nicht sichtbar. Auf diesen Teil folgen drei gewölbte Kammern, deren Nähte ziemlich tief einschneiden. Die beiden älteren von diesen zeigen die Tendenz zu einer biserialen Anordnung, die jüngste wölbt sich wie bei *Cl. Parisiensis* empor und trägt an ihrer etwas schief abgestutzten Spitze die breitspaltförmige eingesenkte Mündung. Der Rand dieser letzten Kammer ist gewulstet. Von der Form Fornasini's (Accad. de la Scienza de l'instit. di Bologna, 1903, Taf. 0, Fig. 21) unterscheidet sie sich hauptsächlich durch den Mangel einer Mündungsröhre.

42. **Climacammina robusta** Brady.

(Textfig. 3.)

Im älteren Gehäuseteile sind die einzelnen Kammern nicht unterscheidbar, erst die jüngsten zeigen ersichtlich vertiefte Nähte. Drei von diesen alternieren deutlich miteinander, die letzte dagegen zeigt die Tendenz, sich in die Achse des Gehäuses zu stellen. Sie ist abgeflacht und von der vorhergehenden, stark gewölbten, letzten biserialen Kammer durch eine tiefe Nahtfurche getrennt. Auf ihrer Terminalfläche (Textfig. 3*b*) ist eine Anzahl von runden und ovalen Öffnungen sichtbar. Das ganze Gehäuse ist grobagglutiniert. Der Umstand, daß die Endkammer deutlich über die vorhergehenden dominiert, läßt es als gerechtfertigt erscheinen, daß man diese Form als den Ausgangspunkt derjenigen Formenreihe annimmt, bei welcher der ältere biseriale und der jüngere uniseriale Teil gleichmäßig ausgebildet sind. Für diese wäre nach der Studie Schubert's (Neues Jahrb., l. c., p. 243 ff.) der Name *Climacammina* anzuwenden, während für die aus nur biserial angeordneten Kammern bestehenden Gehäuse die Bezeichnung *Cribrostomum* am Platze wäre.

Möller verwirft zwar die Benennung *Climacammina* und bezeichnet auch Formen, welche den vorliegenden sehr ähneln, die gewissermaßen knapp an der Grenze stehen zwischen den rein biserialen Exemplaren und solchen mit biserialem Ahnenrest und darauffolgenden uniserialen Kammern, sogar solche, bei denen der uniseriale Teil eine Anzahl von Kammern umfaßt, alle als *Cribrostomum*. Seine Abbildungen (Mém. de l'Acad. Imperial de sc. de St. Pétersbourg, VII. Sér., Tome XXVII, [1879], Taf. IV, Fig. 6, stimmen bis auf den mehr zugespitzten Anfangs-



Textfig. 3.

teil, der aus zahlreicheren Kammern besteht, fast vollständig mit der vorliegenden Form überein. Bisher ist *Climacammina* nur aus dem Carbon und rezent bekannt geworden; nur Schubert hat stark verdrückte Formen aus dem Tertiär nachgewiesen (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt [1904], p. 415).

43. **Gaudryina siphonella** Rss. **und Gaudryina siphonella** Rss. var. **asiphoniata** Andr.

Die erste von diesen beiden stimmt mit der Originalform von Reuss (Zeitschr. der Deutschen Geolog. Ges., 1851, p. 78ff., Taf. V, Fig. 40, 41) nicht immer ganz überein, das Gehäuse der hier gefundenen Vertreter dieser Art wächst nicht so rasch in die Breite, sondern zeigt einen schlankeren Bau, wie etwa die Stücke Hantken's (l. c., p. 14, Taf. I, Fig. 3, und Magy. földtani Társulat Munkálatai, IV, [1861], p. 83, Taf. I, Fig. 3).

Unter dem Namen var. *asiphoniata* trennte Andreae (Abh. zur geolog. Spezialkarte von Elsaß-Lothringen, p. 200,

Taf. VII, Fig. 7) Formen ab, die ebenfalls ein schlankes Gehäuse besitzen, deren Mündung aber nicht röhrig vorgezogen, auch nicht breit hufeisenförmig ist, sondern einfach kreisrund und auf der Innenseite der jüngsten Kammer ziemlich hoch oben steht. In den untersuchten Proben kommt diese var. *asiphoniata* Andr. ebenfalls in jener schlanken, dabei aber kräftigen Ausbildung vor. Die Stücke sind fast noch einmal so lang wie die *G. siphonella* Rss. (*G. siphonella* Rss. etwas über $^1/_2$ *mm*, var. *asiphoniata* Andr. 1 *mm* lang).

44. **Gaudryina dalmatina** Schub.

(Taf. III, Fig. 5, Textfig. 4.)

Die Form fällt in den Proben durch ihr grobagglutiniertes Gehäuse und durch ihre stark kugelig aufgeblasenen Endkammern sofort auf. Man kann höchstens vier biseriale Kammern halbwegs deutlich unterscheiden, deren jüngste sich stark über die beiden vorhergehenden emporwölbt und eine runde, etwas eingesenkte Mündung ziemlich hoch über der Naht trägt. Im Anfangsteile kann man von außen vom Kammeraufbau fast gar nichts wahrnehmen, auch die angeschliffenen Stücke (Textfig. 4) zeigen nur im allerältesten Gehäuseteil einen triserialen Kammerverlauf. Bei einigen wenigen Stücken ist das älteste Drittel des Gehäuses schwach dreikantig, ähnlich wie bei *G. rugosa* d'Orb., die Mehrzahl der Exemplare hat aber diese Eigenschaft nicht und stimmt, wenn man von dem triserialen Anfangsteil absieht, oft mit den Ausbildungen von *Text. gibbosa* d'Orb. überein, die Fornasini (Accad. de la Scienza de l'inst. di Bologna, 1903, p. 300, Taf. 0, Fig. 2) als forma *tuberosa* von der ursprünglichen Form trennt. Abgesehen von der nicht ganz vollständigen Übereinstimmung wäre nach den Studien Schubert's (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1902, p. 81 ff.) die Möglichkeit nicht von vornherein von der Hand zu weisen, eine zweizeilige *Textularia* mit gewölbten Endkammern von einer derartigen *Gaudryina* herzuleiten. Daß die Mündung so hoch oben auf der gewölbten

Textfig. 4.

Endkammer steht, würde gegen den Gaudryinencharakter nicht verstoßen, da unser Stück diese Eigenschaft mit der *G. ruthenica* Rss. aus der galizischen Oberkreide gemeinsam hat (Haidinger, Naturw. Abhandl., IV. Bd., I. Abt., p. 25, Taf. IV, Fig. 4).

Gaudryina dalmatina Schub. ist bisher noch nicht beschrieben und auch nicht abgebildet worden, die Identifizierung der vorliegenden Art mit der von Schubert (Verh. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1904, p. 115) so benannten neuen Art erfolgte durch briefliche Mitteilungen.

45. **Haplophragmium Andraei** n. sp.

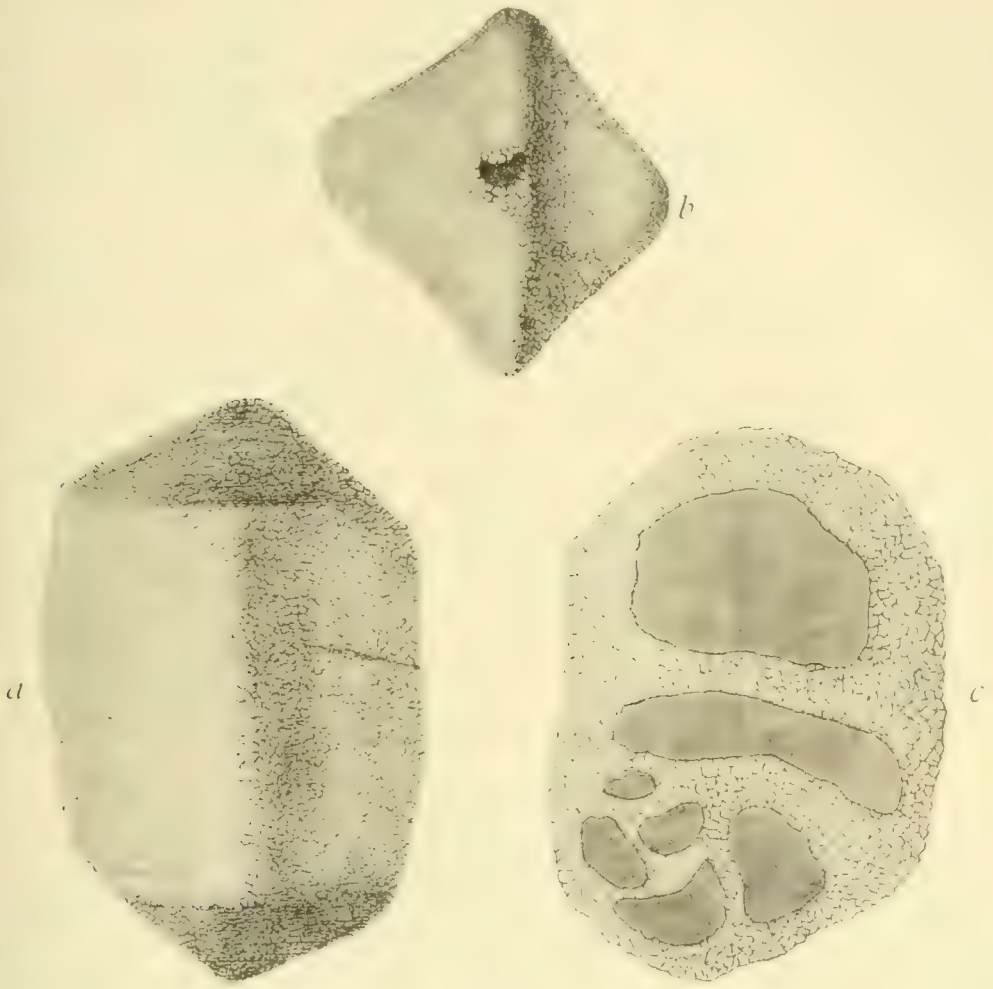
(Textfig. 5.)

Das Gehäuse ist über $1^1/_2$ *mm* lang und sehr grob agglutiniert, so daß der Kammerverlauf von außen fast gar nicht sichtbar ist. Die Mitte der Gehäusebreite ist sehr hoch gewölbt (Textfig. 5*a*), an gewissen Stellen so stark aufgetrieben, daß es den Anschein hat, als ob eine Wulst, etwa vom ersten Achtel der Gehäuselänge beginnend, bis zu sechs Achteln derselben reichen würde. Die beiden Enden dieser Auftreibung senken sich sehr steil gegen die übrige Gehäuseoberfläche herab. An einem Ende des Gehäuses befindet sich auf einer kurzen Hervorragung eine etwas breit ausgezogene Mündung (Textfig. 5*b*).

Erst beim Anschleifen bemerkt man, daß im älteren Gehäuseteile fünf Kammern spiralig angeordnet sind, denen sich dann die übrigen uniserial anschließen (Textfig. 5*c*); bezüglich der Zugehörigkeit zu *Haplophragmium* kann es keinen Zweifel geben. Unter den bisher bekannten Formen dieser Gattung zeigt keines diesen durch die wulstartige Auftreibung und durch die Zuschärfung der dazwischenliegenden Seitenränder vierkantigen Querschnitt.

Die Form variiert aber auch und diese Abarten zeigen die wulstartige Erhöhung der Breitseiten nicht in so hohem Maße als das hier abgebildete Exemplar. Diese Stücke neigen zu der Form hinüber, die Andrae (Abhandl. zur geolog. Karte von Elsaß-Lothringen, p. 198, 231, Taf. VII, Fig. 1 *a*, *b*) unter dem Namen *Haplophragmium Humboldti* Rss. var. *latum* n. var. anführt. Ein Vergleich mit den sonstigen Vorkommnissen von *H. Humboldti* Rss. zeigt, daß ein eventueller Übergang der

Form Andrae's in die eigentliche *H. Humboldti* Rss. nicht existiert. Die typische *H. Humboldti* Rss. ist in ihrem älteren Teil etwas zusammengedrückt, hat aber ausnahmslos im jüngeren uniserialen Teil einen runden Querschnitt, während bei der vorliegenden Form im jüngsten Teil eher noch eine stärkere Abflachung des Gehäuses feststellbar ist.



Textfig. 5.

Vorläufig, solange das Material noch spärlich ist — es liegen vier Stücke vor — halte ich diese Art für identisch mit der Form, die Andrae als *H. Humboldti* Rss. var. *latum* bezeichnete, aber von der eigentlichen *H. Humboldti* Rss. verschieden und schlage als Neubezeichnung *Haplophragmium Andraei* vor.

Für die am Ende aus einreihig angeordneten Kammern bestehenden Haplophragmien hat kürzlich (Bull. U. S. Nat. Mus. 1910, Nr. 71, p. 114) Cushman den Namen *Ammobaculites*

eingeführt, während er die ganz eingerollten als *Haplophragmoides* bezeichnet. Nach diesem Vorgange wäre die vorliegende Form als *Ammobaculites Audraei* nov. sp. zu benennen.

46. **Globigerina inflata.**

(Taf. III, Fig. 6.)

Auf der abgeflachten Spiralseite sieht man nicht ganz drei Windungen. Die einzelnen Kammern stehen fast rechtwinkelig zueinander, ganz ähnlich wie bei *Pulvinulina crassa* d'Orb. Ihre Oberfläche zeigt die für *Globigerina* charakteristische Skulpturierung. Die Umbilikarseite enthält nur die vier Kammern des letzten Umganges, die in der Mitte eine kleine Nabelvertiefung freilassen. Von der Schmalseite aus gesehen, sind die Kammern sehr hoch und stark gewölbt. Die Mündung der jüngsten liegt an deren Stirnseite ganz nahe am Rande gegen den vorhergehenden Umgang und ist einfach oval, an einigen Stücken fast hufeisenförmig, wie bei *Gaudryina chilostoma*. So groß, wie sie bei den Stücken S. Owen's (The Journ. of the Linn. Soc. London, Zool. Vol. IX, Nr. 35 [1867], Taf. V, Fig. 13, 14) dargestellt ist, habe ich sie bei keinem Exemplar gefunden.

47. **Pullenia Kochi** Hantk.

(Taf. II, Fig. 9, 10.)

Seit der ersten Beschreibung dieser Form durch Hantken (l. c., p. 79, Taf. XVI, Fig. 1) ist sie nirgends genauer behandelt worden. Hantken gibt auch keinen weiteren Aufschluß über den inneren Aufbau des Gehäuses. In den untersuchten Proben kamen sowohl kleine Bruchstücke als auch große vollständige Exemplare dieser Art ziemlich häufig vor. In der Oberflächenansicht sind meist nur vier gewölbte, durch vertiefte Nähte getrennte Kammern zu unterscheiden, von denen wenigstens die jüngsten stacheiartige Hervorragungen tragen, die innen hohl sind. Ein deutlicher Unterschied zwischen Spiral- und Umbilikarseite besteht nicht. Bei einigen Stücken ist die eine (wohl die Umbilikarseite) etwas vertieft. Der Aufbau des Gehäuses wird erst aus einem Schliff ganz klar. Es zeigt im allgemeinen einen rotaliformen Plan, die Kammern stehen in

zwei Umgängen, die einander fast ganz umfassen. Jede jüngere Kammer wölbt sich über die nächstvorhergehende, indem sie deren Außenwand als Basis benützt und nur an den freien Teilen eine neue Wand bildet. Die Kammerscheidewände sind — nur im jüngsten Gehäuseteil ist dies deutlich sichtbar — von mäßig breiten Kanälchen regelmäßig durchzogen.

Die von den Kammern nach außen hervorragenden Stacheln sind bei den ausgewachsenen Stücken nahe an der Ursprungsstelle abgebrochen, nur einige ganz junge Exemplare besitzen solche von einer verhältnismäßig bedeutenden Länge. Die Lage der Mündung konnte ich bei keinem Stücke mit Sicherheit nachweisen.

Der Name *Siderolina* kann nicht mehr aufrecht erhalten werden. *Siderolina* sollte identisch sein mit *Siderolites* (wie *Nummulina* und *Nummulites*), doch ist *Siderolites* etwas ganz anderes.

Die vorliegende Form gehört eher zu den Pullenien oder in die Nähe der fast planospinal eingerollten Globigerinen, deren Kammern in ähnlicher Weise eingezogen sind wie bei *Globigerina digitata*.

Aus diesem Grunde wurde die obige Gattungsbezeichnung gewählt.

48. **Truncatulina praecincta** Karr.

Zumeist sind die Stücke den Exemplaren Brady's (Challenger Rep., p. 667, Taf. XCV, Fig. 1 bis 3), seltener der Art Karrer's (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. LVIII [1868], p. 189, Taf. V, Fig. 7) ähnlich. Immer sind sie durch ihr robustes Äußere leicht zu erkennen. Vielfach aber treten die Kammernähte auf der Nabelseite nicht so wulstig hervor. Auch die Eigenschaft, die Karrer als charakteristisch für diese Art angibt — freilich stützt er sich nur auf zwei Exemplare — nämlich, daß auf der Nabelscheibe die Nahtwülste nicht zusammenstoßen, sondern als eine Art Ring ausgebildet sind, ist nicht bei allen Stücken zu finden. Dagegen sind auf der Spiralseite die Windungen durch eine am Rande derselben verlaufende Wulst gekennzeichnet. Auch ragt oft auf dieser Seite der innere, also ältere Teil des Gehäuses aus der Ebene des letzten Umganges

hervor, wobei die Kammernähte dieses Teiles weniger gut sichtbar werden, etwa wie es bei *Tr. Dutemplei* d'Orb. der Fall ist.

49. **Truncatulina Wuellerstorffi** Schwag.

50. **Truncatulina Suessi** Karr.

51. **Truncatulina costata** Hantk.

52. **Truncatulina ariminensis** d'Orb.

Eine ganze Formenreihe, deren einzelne Glieder in ihrem Kammeraufbau ungemein viel Ähnlichkeiten besitzen. Alle vier haben im Umrisse fast kreisrunde Gehäuse, deren Kammern durch bogige, stark geschwungene Nähte voneinander getrennt sind.

Bei *Truncatulina Wuellerstorffi* Schwag. hat das Gehäuse am meisten gewölbte Flanken, ist am Rande zugeschärft und trägt einen Saum; die Kammernähte sind hyalin. Die meisten der vorgefundenen Stücke stimmen am besten mit den Formen Uhlig's (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1886, p. 174, Fig. 3) aus dem karpathischen Tertiär überein.

Truncatulina ariminensis d'Orb. ähnelt in vielen Punkten der vorigen, besonders den flacheren Ausbildungsformen derselben, hat aber keinen zugeschärften, sondern im Gegenteil einen gegen die Gehäuseflanken rechtwinkelig abgestutzten Rand und ein ungemein niedriges Gehäuse.

Die vorliegenden Stücke entsprechen der Form bei Brady (Challenger Rep., Taf. XCIII, Fig. 10, 11) (= *Tr. osnabrugensis* Rss.) (Ann. and Magaz. of the Nat. Hist., III, 16 [1865], Taf. III, Fig. 78). D'Orbigny scheint nach den »Disegni inediti« (Fornasini: Sinossi Metodica dei Foram. sin qui rinvenuti nella Sabbia del Lido di Rimini 1902, p. 61, Fig. 60) auch hochgewölbte Arten, deren Gehäuse sogar höher ist, als das mancher *Tr. Wuellerstorffi* Schwag., zu *Tr. ariminensis* d'Orb. gezogen zu haben.

Truncatulina Suessi Karr. besitzt keinen Randsaum und ihre Kammern haben keine hyalinen Nähte. Das Gehäuse ist ziemlich flach, gegen den Rand aber etwas stumpfwinkelig.

Truncatulina costata Hantk. hat hyaline Kammernähte und einen hyalinen Randsaum, hat aber mehr Kammern im

letzten Umgang als alle vorhergegangenen Arten und kommt, was Flachheit des Gehäuses anbelangt, der vorigen sehr nahe.

Die häufigste von diesen ist *Tr. Wuellerstorffi* Schwag. Hierher gehören auch diejenigen Stücke, die in ihrem Aufbau eine sehr große Übereinstimmung mit der Form aufweisen, die Schwager (Paläontogr., Bd. XXX) mit dem Namen *Discorbina multifaria* bezeichnet. Sie sind ziemlich flach und haben sowohl auf der Spiral- als auch auf der Umbilikarseite offene Spiralen. Sie stehen in der Mitte zwischen *Tr. Suessi* Karr. und *Tr. Wuellerstorffi* Schwag.

53. **Truncatulina constricta** Hag.

(Taf. II, Fig. 11, 12.)

Sowohl die Spiral- als auch die Umbilikarseite sind gewölbt, bei einigen Stücken gleich hoch, bei anderen macht sich eine kleine Asymmetrie der beiden Seiten bemerkbar. Deutlich sind jederseits nur die 13 bis 14 Kammern des letzten Umganges sichtbar. In der Mitte der Spiralseite und manchmal auch der Nabelseite erhebt sich eine Zentralscheibe, die auf der Spiralseite in unregelmäßige Leistchen und Knötchen zerfällt, so daß diese ein gekörneltes Aussehen hat, wie bei *Tr. Ungeriana* d'Orb. In der Nähe der Zentralscheibe bekommen die einzelnen Kammern etwas verdickte Nahtleisten, mitunter schwellen auch die Kammern selbst etwas an, so daß es den Anschein hat, als ob von der Mitte aus radiale Verdickungen nach dem Rande zu verlaufen würden, die so aussehen, wie die in radiale Rippen ausgehenden Knoten von *Ceratites* und *Pachydiscus* unter den Ammoniten.

Der Rand ist immer kantig, geht sogar oft in einen Saum über.

Tr. constricta Hag. ist bisher nur aus der weißen Schreibkreide von Rügen bekannt (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. XLIV [1861], p. 329, Taf. VI, Fig. 7, Taf. VII, Fig. 1). Wenn man von der Körnelung der Zentralscheibe absieht, die ja auch nicht bei allen Stücken auftritt, steht diese Form der *Tr. kalomphalia* Gümb. (Abh. der k. bayr. Akad. der Wiss., mathem.-naturw. Kl., Bd. X, II. Abt., p. 659, Taf. II, Fig. 102 *a, b, c*) sehr

nahe. Gewisse flachere Stücke mit einfachen Zentralscheiben führen zu der Brady'schen *Anomalina ammonoides* Rss. hinüber (Challenger Rep., p. 672, Taf. XCIV, Fig. 2, 3).

54. **Truncatulina culter** Park. et Jon.

Die Spiralseite besteht aus fast drei Umgängen, deren Kammern durch leistenartige Nähte voneinander getrennt sind. Diese verlaufen in den scharfen, oft verletzten Randsaum des Gehäuses, der auch als ein etwas erhabenes, hyalines Spiralband die vorhergehenden inneren Umgänge einsäumt und bei etwas korrodierten Gehäusen stärker hervortritt. Die Spiralseite ist sehr schwach gewölbt. Die Umbilikarseite hat etwa 9 bis 10 hochgewölbte Kammern, deren Nähte schwer wahrnehmbar sind und nur bei einer starken Aufhellung in Glyzerin eine hyaline Beschaffenheit zeigen. Diese Form ist mannigfachen kleinen Variationen unterworfen. In der Probe Nr. 32 (Grabovci) tritt sie in einer ganz kleinen Ausbildung recht häufig auf, deren Spiralseite vier sehr enge Umgänge zeigt, deren Kammerwände keine Leisten besitzen. Bei Aufhellung dieser Stücke heben sich auf der Spiralseite die Kammern des letzten Umganges wie schiefe Zacken von dem übrigen Gehäuse und besonders vom Randsaume deutlich ab. Dann erinnert sie an *Tr. lacrymosa* Terqu. (Mém. soc. géol. de France, Ser. III, Vol. II, 1882, p. 71, Pl. XIV, Fig. 8). Einigermaßen ist auch eine Ähnlichkeit mit *Tr. praecincta* Karr. vorhanden, die aber durch viele Merkmale gut von derselben getrennt gehalten werden kann, dagegen gehört *An. bengalensis* Schwag. (Novarra-Exped., Geol. T. II, p. 259f., Taf. VII, Fig. 111) sicher in den Formenkreis derselben hinein.

55. **Truncatulina insignis** Rss.

Zu der Beschreibung bei Reuss (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss., Bd. LIV [1869], Sep. p. 16, Taf. II, Fig. 2) wäre noch bezüglich der vorliegenden Stücke folgendes hinzuzufügen. Die acht Kammern des letzten Umganges, die allein auf der Nabelseite sichtbar sind, treten als scharf umschriebene Wülste über die Gehäuseoberfläche hervor, so daß die Kammerscheidewände als mehr oder weniger breite Furchen sichtbar werden.

Der Saum, der den Gehäuseumfang umgibt, ist hier ziemlich breit und zusammenhängend, so daß die wulstigen Kammern gewissermaßen auf einer flachen Scheibe aufzusitzen scheinen. Diese beiden Merkmale, die gewulsteten Kammern des letzten Umganges und der Randsaum, sind sicherlich keine zufälligen, da sie beispielsweise bei allen 11 Stücken der Probe Nr. 15 (Benkovac 4) auftreten. Die Oberfläche der Kammern ist rauh, an gewissen Stellen fast gekörnelt, wie es auch Reuss von seinen Stücken erwähnt.

Am nächsten steht dieser Form *Tr. tenuimargo* Brady, bei der die Kammern des letzten Umganges nicht so hoch gewulstet sind (Challenger Rep., p. 662, Pl. XCIII, Fig. 2, 3). Auch *Tr. Kalembergensis* d'Orb. (For. foss. du bass. tert. de Vienne, p. 157, T. VII, Fig. 19 bis 21) steht ihr sehr nahe so wie *Disc. sacharina* Schwag. (Novarra-Exped., Geol. Teil, Bd. II, p. 257, Taf. VII, Fig. 106).

56. **Truncatulina ammonoides** Rss.

Wenn die hiehergehörigen Formen unter dem obigen Namen angeführt werden, so ist dies nur dahin zu verstehen, daß wir es hier eigentlich mit einer Formenreihe zu tun haben, deren meisten Angehörigen sich um diese Art gruppieren. Gemeint ist die Form Brady's (Challenger Rep., p. 672, Taf. XCIV, Fig. 2, 3), deren Spiral- und Umbilikarseite fast gleichmäßig ausgebildet sind, bei der sich die Kammern an den Scheidewänden etwas emporwulsten und die in der Mitte eine kleine kallöse Nabelscheibe besitzen, welche die ältesten Windungen verdeckt. Die Unterschiede der vorliegenden Stücke gegen die rezenten Brady's sind nur ganz untergeordnete. Beim Vergleiche der letzteren mit den Exemplaren von Reuss aus dem Kreidemergel von Lemberg (Haidinger, Naturw. Abh., Bd. IV, I. Abt., Sep. p. 20, Taf. III, Fig. 2) und aus der Kreide von Böhmen und Sachsen (in Geinitz, Elbtalgebirge, II. Bd., p. 14, Taf. 23, Fig. 9) sowie mit den Sammlungsexemplaren des Geologischen Institutes aus der böhmischen Oberkreide kann man aber kaum an eine Identität zwischen den rezenten und den kretazischen Formen glauben, es müßte denn die Art unendlich variabel sein. Eine gewisse Veränderlichkeit nach der

Seite der *Tr. Wuellerstorffi* Schwag. weist zwar auch Egger (Abh. der k. bayr. Akad. der Wiss., Bd. XXI, I. Abt., p. 152) bei den flacheren Stücken aus der bayrischen Kreide nach.

In diesen Formenkreis gehört auch *An. scrobiculata* Schwag. (Paläontogr., Bd. XXX, p. 129, Taf. VI, Fig. 19).

57. **Pulvinulina stelligera** Rss.

Die Spiralseite, die ziemlich flach ist, zeigt alle Umgänge, die einzelnen Kammernähte und der Gehäuserand sind von ziemlich breiten, weißen, porzellanartigen, glänzenden Wülsten besetzt, die sich von den gelblichen äußeren Kammerwänden deutlich abheben. Die Umbilikarseite ist hoch und die Nähte der Kammerscheidewände des letzten allein sichtbaren Umganges sind mit ebensolchen Leisten versehen, die von dem hochgehobenen Nabel gegen den Saum des Gehäuserandes verlaufen. Die Mündung ist an der Stirnseite der letzten Kammer hart an der Wand der Kammer des vorhergehenden Umganges.

Diese Form ist identisch mit *Rot. stelligera* Rss. aus der Gosaukreide (Denkschr. der k. Akad. der Wiss., Bd. VII, p. 69, Taf. XXV, Fig. 15). Die einzigen Unterschiede sind die geringe Höhe der Umbilikarseite und die schwächeren Randleisten der Reuss'schen Form. Nun wird aber diese *Rot. stelligera* Rss. von Uhlig (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1883, p. 770 ff., Taf. VII, Fig. 10, Taf. VIII, Fig. 1 bis 3) zu dem von Terquem und Berthelin (Bull. Soc. géol. France, 3. Ser., XI, 1883) aufgestellten Genus *Epistomina* gezogen, einer Gattung, welche die Mündung nicht am Ende der letzten Kammer ganz normal am Stirnrande derselben trägt, sondern bei der regelmäßig die Kammern knapp unter dem Rande mit je einer schlitzförmigen Öffnung nach außen münden.

Uhlig sagt von den ihm vorgelegenen Stücken: »Die kallösen Nahtleisten und Schwielen zeigen eine helle Färbung und ein porzellanartiges, glänzendes Aussehen, die Kammerwände dazwischen besitzen hingegen meist eine gelbliche Färbung, welche im Gegensatze zur hellen Beschaffenheit der Schwielen und Nahtleisten sehr auffällt. Auch bei *P. reticulata* Rss. ist ein derartiger Gegensatz vorhanden.«

Unsere Exemplare vereinigen vielfach Eigenschaften der *P. stelligera* Rss. und *P. reticulata* Rss. Dieselbe Eigentümlichkeit fiel auch Uhlig bei einigen seiner Exemplare aus den Ornatentonen beim Vergleiche mit den Funden aus der Gosaukreide auf.

Es ist weiter nicht zu verkennen, daß die vorliegende Form in den Kreis der *P. elegans* d'Orb. gehört, in deren Nähe auch *P. (Rot.) Partschiana* d'Orb. zu stellen ist. Terquem und Berthelin begründeten das neue Genus *Epistomina* auf Grund ihrer Untersuchungen an der letzteren Art.

Auch bei Rzehak (Annalen des k. k. Naturh. Hofmus., Bd. III [1888], p. 264, Taf. XI, Fig. 9) finden wir eine *P. elegans* d'Orb. als *Epistomina* bezeichnet und mit einer ausgesprochenen schlitzförmigen Randmündung versehen. Uhlig konstatiert auch an einigen seiner Exemplare, die er für die älteren hält, neben der Schlitzöffnung noch das Auftreten der echten *Pulvinulina*-Mündung. Brady (Chall. Rep., p. 700) hält dagegen diese Eigenschaft der zweiten Mündung nicht für ein konstantes Merkmal, das eine Gattungstrennung bedingen könnte, da es nicht bei allen Exemplaren, sondern nur hie und da auftritt, und beim Vergleiche der vorliegenden Form mit den Stücken der *P. Partschi* d'Orb. aus dem Badener Tegel in der Sammlung des Geologischen Institutes der deutschen Universität in Prag war es nicht möglich, auch nur in einem Falle eine derartige *Epistomina*-Mündung mit Sicherheit nachzuweisen.

58. **Pulvinulina Micheliniana** d'Orb.

Die Identifizierung dieser Art mit der d'Orbigny's erfolgte lediglich auf einige wenige, gut erhaltene Funde hin. Eines derselben fällt durch seine Größe und kräftige Entwicklung in der Probe sofort auf. Die Umbilikarseite ist ungemein hoch gewölbt und zeigt in der Mitte eine große Nabelvertiefung, die ein etwas gewulsteter Rand umgibt. Der Verlauf der Kammerscheidewände ist hier kaum sichtbar. Die jüngste Kammer endigt mit einer großen Stirnfläche, die Mündung konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Spiralseite läßt sehr undeutlich etwa $1^1/_2$ Umgänge erkennen, ist nicht nur stark abgeflacht, sondern sogar gegen

die Mitte zu vertieft, so daß diese Seite nach außen einen scharfen Rand trägt; auch hier sind die Kammernähte nicht ganz deutlich. Der Kammerverlauf auf dieser Seite stimmt am meisten mit dem der Exemplare d'Orbigny's aus der französischen Oberkreide überein (Mém. soc. géol. de France, Tome IV, 1. Teil, p. 31, Pl. III. Fig. 1, 2, 3).

Bei Brady (Chall. Rep., p. 694, Taf. CIV, Fig. 1, 2) ist der Rand der Spiralseite nicht so scharf, auch verlaufen die Kammerscheidewände fast normal zur Randbegrenzung, wie auch bei Goës (K. Svenska Vet. Akad. Handl., XIX, p. 114, Taf. VIII, Fig. 296 bis 298), nur ist hier auf der Umbilikarseite eine Nabelvertiefung, die den Stücken d'Orbigny's fehlt. Soviel man aus der einen Abbildung bei Owen (Journ. of the Linn. Soc., Vol. IX [1867], p. 147, Tat. X, Fig. 17) ersehen kann, ist auch hier kein scharfer Rand vorhanden, wohl aber eine Nabelvertiefung.

59. Formenkreis der Pulvinulina rotula Kaufm. – Pulvinulina bimammata Gümb.

Im Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt, 1886, p. 193 ff., verweist Uhlig zum erstenmal auf die gegenseitigen Beziehungen dieser beiden Formen, die in ihren extremsten Typen ein so verschiedenes Aussehen haben. Er gibt unter seinen Exemplaren eine Form an, die er als Übergang der auf der Nabelseite hochgewölbten, auf der Spiralseite ganz flachen *P. rotula* Kaufm. zu der beiderseits gleichgewölbten *P. bimammata* Gümb. bezeichnet. Als Hauptunterschiede gegen die letztere gibt er an: »die stärkere Wölbung und bessere Ausbildung der Nabelschwiele, der Rand stärker zugeschärft und tritt mehr saumartig hervor«. In den vorliegenden Proben findet sich *P. rotula* Kaufm. nur in der hochgewölbten Ausbildung, etwa bei Uhlig, l. c., Taf. III, Fig. 5, 6; Taf. V, Fig. 6, 7, entsprechend.

Nur in der Probe Nr. 4 (Ljubać 2*d*) tritt auch die typische *P. bimammata* Gümb. mit gleich hochgewölbten beiden Seiten neben der *P. rotula* Kaufm. auf. Zwischenformen wurden nicht beobachtet. Bemerkenswert ist aber dabei die Tatsache,

daß *P. bimammata* Gümb. bedeutend größer ist als die *P. rotula* Kaufm. Dasselbe finden wir auch bei Uhlig. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die zutage tretenden Verschiedenheiten durch Altersunterschiede bedingt sind. *R. campanella* Gümb. ist mit *P. rotula* Kaufm. identisch.

60. **Pulvinulina crassa** d'Orb.

Die Seitenwände des Gehäuses und die hochgewölbte Nabelseite sind besonders stark rauh, wie es ja auch Brady von seinen Exemplaren angibt (Rep. Chall., p. 694). Diese Rauhigkeit rührt, wie ich mich bei einer Anzahl von Stücken überzeugen konnte, von eingelagerten Kieselkörnern her. Bei einer Behandlung der Formen mit verdünnter Salzsäure wird das kalkige Bindemittel, das einen großen Teil der Schalensubstanz ausmacht, langsam aufgelöst, die kleinen Kieselkörner bleiben zurück und geben die äußere Form des Gehäuses in allgemeinen Umrissen wieder.

61. **Discorbina disca** Hantk.

Die Spiralseite des Gehäuses zeigt die Umgänge selten ganz deutlich, zumeist sind nur die letzten Kammern gut nachweisbar. Nur die weniger stark gewölbten Stücke lassen auch die älteren Kammern erkennen. Im ganzen kann man etwa drei Umgänge beobachten, deren Kammern ziemlich rasch anwachsen. Selten bemerkt man am Rande des letzten Umganges einen engen Saum, der aber dann immer ungeteilt bleibt. Die einzelnen Kammern der Spiralseite sind durch Nähte voneinander getrennt, die von dünnen Leisten bedeckt sind. Charakteristisch ist die Nabelseite. Sie zeigt nur die sieben bis acht Kammern des letzten Umganges, die durch ziemlich tiefe Nähte voneinander getrennt sind und auch von einem Randsaum etwas absetzen. In der Mitte der Nabelseite erhebt sich eine knaufartige kallöse Nabelscheibe, die von den Kammern durch eine Art Wallgraben getrennt ist, wie bei *R. beccarii* L. Beide Seiten des Gehäuses sind gewölbt.

Diese Form zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit *R. lithothamnica* Uhl. (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, XXXVI

[1886], p. 195 f., Taf. V, Fig. 9 bis 11) aus dem galizischen Alttertiär, besonders beim Vergleich mit den Exemplaren Grzybowski's (Rozpr. Wydziału mat. przyr. Akad. Umiej. w Krakowie, XXIX [1894], p. 204, Taf. IV, Fig. 13, 14). Uhlig gibt aber für seine Stücke als charakteristisch den gekerbten Randsaum an und besonders den Besitz von Nahtleisten auf der Nabelseite. Die Leisten gehen von der Zentralscheibe aus bis zu dem Randsaum, verzweigen sich aber, noch bevor sie ihn in gerader Linie erreichen. An angeschliffenen Stücken konnte Uhlig unter den verzweigten Leisten verästelte Kanälchen nachweisen. Bei keinem der vorliegenden Stücke ist nur eine Spur von diesen Merkmalen vorhanden.

62. **Discorbina calcariformis** Schwag.

Mit der gleichnamigen Form bei Schwager (Paläontogr., Bd. XXX, p. 120 f., Taf. XXVII, Fig. 9) vollständig übereinstimmend, bis auf die Rippen der einzelnen Kammern des letzten Umganges auf der Umbilikarseite, die hier fehlen.

63. **Discorbina simulatilis** Schwag.

Diese Art, die Schwager (Paläontogr., Bd. XXX, p. 120, Taf. XXIX, Fig. 15 *a* bis *d*) mit keiner bekannten in Beziehung bringen konnte, gehört sicher in den Formenkreis der *Pulv. canariensis* d'Orb., wenn sie nicht direkt mit ihr identisch ist. Der einzige Unterschied, der vielleicht nach einem Vergleich mit den Stücken Brady's (Chall. Rep., p. 692, Taf. CIII, Fig. 8 bis 10) angegeben werden könnte, ist der, daß die vorliegenden Formen wie auch die aus dem ägyptischen Eocän gänzlich rauh und am Rande mit kleinen stacheligen Erhabenheiten versehen sind, während dies die rezenten Exemplare Brady's nur in untergeordnetem Maße zeigen. Auch ist bei diesen, wenigstens am Rande der jüngeren Kammern, ein deutlicher Randsaum zu sehen.

64. Cymbalopora **radiata** Hag. var. **minima** nov.

(Taf. III, Fig. 7.)

Das Gehäuse mißt kaum $^1/_2$ *mm* im Durchmesser und ist auf beiden Seiten gewölbt. Die ungemein zahlreichen Umgänge

der Spiralseite bestehen aus sehr vielen dachziegelartig angeordneten Kammern, während die Umbilikarseite nur die Kammern des letzten Umganges enthält, deren jede eine radial nach dem Rande verlaufende Rippe besitzt. Die Mitte der Nabelseite wird von einer flach gewölbten Nabelscheibe gebildet, deren Oberfläche mit kleinen grubigen Vertiefungen bedeckt ist.

Die Unterschiede gegen *C. radiata* Hag. aus der oberen Kreide (Bryozoen der Mastrichter Kreide, 1850, p. 104, Taf. XII, Fig. 18 *a* bis *d*) sind nicht unbedeutend. Zunächst ist letztere viel größer, dann geht sie auf der Spiralseite sehr in die Spitze und ist auf der Nabelseite ganz flach.

Solange aber kein weiteres Vergleichsmaterial vorliegt, möchte ich diese Form hier unterbringen und sie nur als Varietät getrennt halten.

65. **Spiroloculina Waageni** Lieb. et Schub. cf.

Die Stücke stimmen im Kammeraufbau, soweit man von außen wahrnehmen kann, ganz mit der Form aus den Puchower Mergeln von Gbellan überein. Die kallöse Substanz aber, welche die Wände der Gehäuse von außen bedeckt, ist kalkig und nicht kieselig wie dort. Sie ist hier sicher nicht mit den einzelnen Kammern gleichzeitig entstanden, sondern später, da sie die Kammernähte fast ganz zum Verschwinden bringt. Diese sekundäre Kalkmasse bildet auf jeder Schmalseite des Gehäuses einen scharfen Kiel, so daß diese Seiten rinnenförmig vertieft erscheinen. Dort aber, wo der Rand etwas aufgebrochen ist, zeigen die darunter liegenden Umgänge gerundete Flanken, wie etwa bei *Sp. tenuis* Born.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind in demselben Maßstab gezeichnet. Reichert Okular II. Objektiv 3.

Tafel I.

Fig. 1. *Lagena striata* d'Orb. var. *alata* nov.

Fig. 2. Zweifelhafte Form: *Dentalina Adolfina* d'Orb. oder *Sagrina virgula* Brady.

Fig. 3. *Marginulina ensiformis* v. Mnst.

Fig. 4. *a, b Cristellaria tricarinella* Rss. var. *striata* nov., flache typische Form.

Fig. 5. *a, b Cristellaria tricarinella* Rss. var. *striata* nov., höhere gewölbte Abart.

Fig. 6. *Cristellaria nummulitica* Gümb.

Fig. 7. Dieselbe in Glyzerin aufgehellt.

Fig. 8. *a, b Flabellina oblonga* Rss.

a Von der Breitseite.
b Von der Schmalseite.

Fig. 9. Dieselbe in Glyzerin aufgehellt.

Fig. 10. *a, b Flabellinella praemucronata* Lieb. et Schub.

a Gesamtansicht.
b Bruchstück des ältesten Gehäuseteiles.

Fig. 11. *Bolivina punctata* d'Orb. var. *semistriata* nov.

Fig. 12. *a, b Bolivina aenariensis* Costa.

a Extrem schmale Form.
b Breite Abart.

Fig. 13. *Bolivina scalprata* Schwag.

Fig. 14. *Bolivina lobata* Brady.

Fig. 15. *a, b Bifarina Adelae* nov. sp.

a Gesamtansicht.
b Ansicht von oben mit der Mündung.

Fig. 16. *Plectofrondicularia concava* Lieb., normale Form, in Glyzerin aufgehellt.

Fig. 17. *Plectofrondicularia concava* Lieb., megalosphärische Form., in Glyzerin aufgehellt.

Fig. 18. *a, b Pleurostomella brevis* Schwag.

a Von der Mündungsseite.
b Von der Flanke.

Tafel II.

Fig. 1. *a, b Sagrina columellaris* Brady, verschiedene Ausbildungsformen.

Fig. 2. *a, b Sagrina striata* Schwag.

a Lange Form.
b Gedrungene Abart.

Fig. 3. *a, b Dimorphina variabilis* Lieb. et Schub.

a Gedrungene kleine Form.
b Lange schlanke Ausbildung.

Fig. 4. *a, b Bigenerina nodosaria* d'Orb.

a Form mit mehreren uniserialen Kammern.
b Abart mit einer gewölbten Kammer, die sich aus dem Verbande der übrigen biserialen Kammern loslöst.

Fig. 5. *Textularia budensis* Hantk., angeschliffen in Kanadabalsam.

Fig. 6. *a, b Textularia* oder *Spiroplecta* spec. nova indet.

a Von der Flanke.
b Von der Mündung.

Fig. 7. *a* bis *d Trilaxia minuta* Marsson.

a Von der Seite, durch einen Wachssockel befestigt.
b Von der Mündung.
c Blick auf die gehöhlte Seitenwand.
d Von der Seite, ohne Wachssockel auf dem Objekträger liegend.

Fig. 8. *a, b Trilaxia lepida* Brady.

a Von der Seite.
b Von der Mündung.

Fig. 9. *Pullenia Kochi* Hantk. sp.

Fig. 10. Dieselbe angeschliffen.

Fig. 11. *a* bis *c Truncatulina constricta* Hag.

a Spiralseite.
b Umbilikarseite.
c Mündungsseite.

Fig. 12. *a, b* Dieselbe mit gleichgewölbter Spiral- und Umbilikarseite.

a Spiralseite.
b Mündungsseite.

Tafel III.

Fig. 1. *Trigenerina capreolus* d'Orb.

Fig. 2, 3, 4. *Clavulina Parisiensis* d'Orb, verschiedene Ausbildungsformen.

Fig. 5. *a, b Gaudryina dalmatina* Schub.

a Von der Breitseite.
b Von der Schmalseite, mit der Mündung.

Fig. 6. *a, b Globigerina inflata* d'Orb.

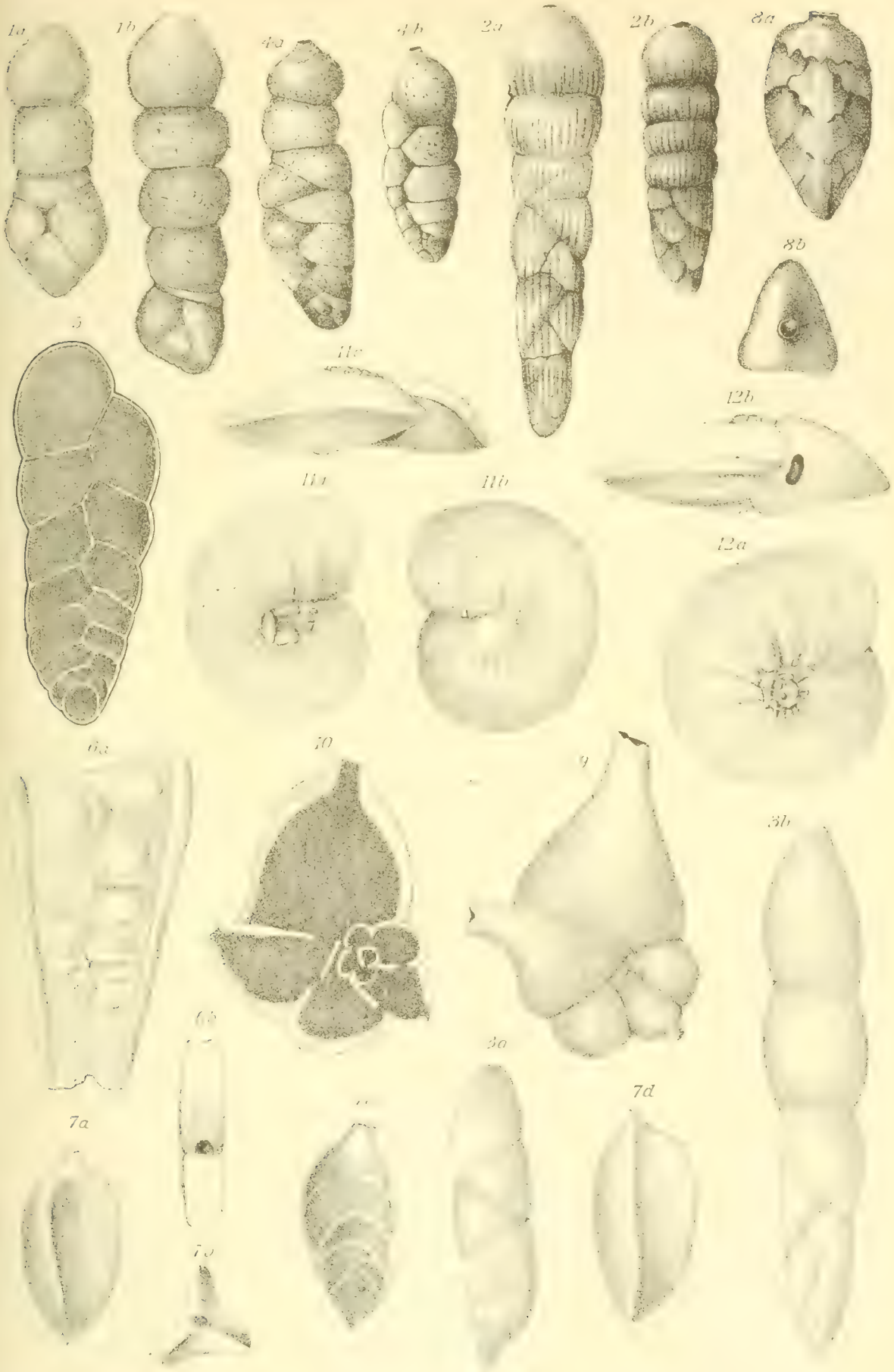
a Von der Spiralseite.
b Von der Mündungsseite.

Fig. 7. *a* bis *c Cymbalopora radiata* v. Hag. var. *minima* nov.

a Von der Spiralseite.
b Von der Umbilikarseite.
c Von der Kante.

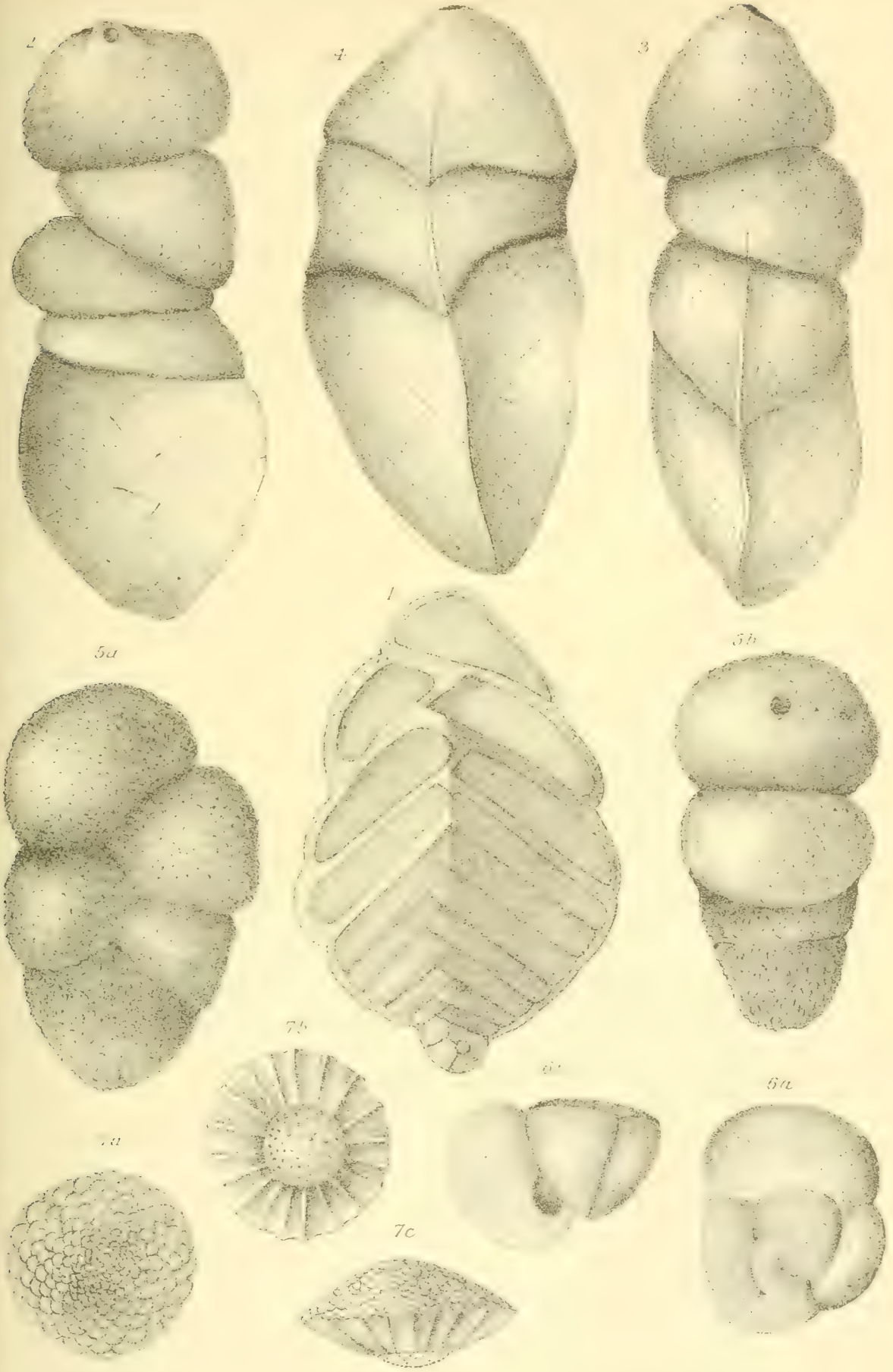
Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien

Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Lilioideen

von

Dr. **Heinrich Fuchsig.**

Aus dem Institut für systematische Botanik an der k. k. Universität in Graz.

(Mit 3 Tafeln und 3 Textfiguren.)

Mit einer Vorbemerkung von **K. Fritsch.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Juni 1911.)

Vorbemerkung.

Im 119. Bande dieser Sitzungsberichte[1] erschien die Abhandlung von J. Menz: »Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Gattung *Allium* nebst einigen Bemerkungen über die anatomischen Beziehungen zwischen *Allioideae* und *Amaryllidoideae*«. In der Vorbemerkung zu dieser Abhandlung teilte ich mit, daß ich beabsichtige, einige meiner Schüler zu anatomischen Spezialuntersuchungen der einzelnen Liliiflorengruppen anzuregen, um dann die Resultate dieser Untersuchungen zum Aufbau eines natürlichen Systems dieser mannigfaltigen Abteilung der Monokotylen verwerten zu können.

Als zweite der einschlägigen Arbeiten erscheint nun die vorliegende Abhandlung von H. Fuchsig, welche die Gruppe der Lilioideen zum Gegenstande hat. Zwei weitere Abhandlungen, eine über die Asphodeleen und Hemerocallideen, die zweite über die Asparagoideen, Luzuriagoideen und Smilacoideen,

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. 119, Abt. I, p. 475 bis 533.

sind bereits abgeschlossen und werden bald veröffentlicht werden.

Graz, am 29. Mai 1911. **K. Fritsch.**

Die Untersuchungen verfolgten den Zweck, einerseits überhaupt einmal die Lilioideen für sich möglichst vollständig anatomisch zu untersuchen — bisher wurden immer nur einige Arten im Rahmen größerer Arbeiten untersucht —, andrerseits festzustellen, ob sich nicht aus der vergleichenden Anatomie Anhaltspunkte für die Systematik ergeben.

A. Engler, nach dessen Anordnung und Nomenklatur der Gattungen ich mich bei meiner Arbeit gehalten habe, teilt in den »Natürlichen Pflanzenfamilien«[1] die Lilioideen in zwei Gruppen, in die *Lilioideae-Tulipeae* und in die *Lilioideae-Scilleae*. R. Schulze[2] hat eine Abgrenzung der beiden Gruppen der *Tulipeae* und *Scilleae* in anatomischer Hinsicht als unmöglich bezeichnet.

Meine Untersuchungen haben nun ergeben, daß die von Engler nach morphologischen Gesichtspunkten getroffene Einteilung der *Lilioideae* in *Tulipeae* und *Scilleae* auch in anatomischer Hinsicht berechtigt ist.

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht einerseits über die zu den Lilioideen gehörigen Gattungen nach der Anordnung Engler's, andrerseits über die untersuchten Arten[3] derselben.

[1] A. Engler und K. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, II. Teil. Leipzig, 1889.

[2] R. Schulze, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen, Haemodoraceen, Hypoxidoideen und Velloziaceen. Bot. Jahrb., Bd. XVII, 1893.

[3] Hinsichtlich der Nomenklatur der Arten hielt ich mich bei den mitteleuropäischen Arten an die »Exkursionsflora für Österreich« (2. Auflage) von Dr. K. Fritsch, Wien, 1909, bei den übrigen an den »Index Kewensis«.

Gattung	Untersuchte Arten	Gattung	Untersuchte Arten
I. Lilioideae-Tulipeae.			
1. *Lilium* (nach Engler etwa 45 Arten)	*bulbiferum* L. *candidum* L. *carniolicum* Bernh. *longiflorum* Thunb. *martagon* L. *tigrinum* Ker-Gawl.	*Tulipa*	*Kaufmanniana* Regel. *silvestris* L.
2. *Fritillaria* (etwa 40 Arten)	*imperialis* L. *meleagris* L. *tenella* M. B.	4. *Erythronium* (7 Arten)	*americanum* Ker-Gawl. *dens canis* L.
3. *Tulipa* (etwa 50 Arten)	*australis* Link. *Gesneriana* L.	5. *Lloydia* (5 Arten)	*serotina* (L.) Rchb.
		6. *Calochortus* (32 Arten)	*amabilis* Purdy *Maweanus* Leichtl. *splendens* Dougl.
II. Lilioideae-Scilleae.			
1. *Albuca* (30 Arten)	*fastigiata* Dryand. *longifolia* Fisch.	*Scilla*	*autumnalis* L. *bifolia* L. *hispanica* Mill. *pratensis* Waldst. *sibirica* Andr.
2. *Urginea* (24 Arten)	*maritima* Baker.		
3. *Galtonia* (2 Arten)	*candicans* Decne.	9. *Camassia* (3 Arten)	*esculenta* Lindl. *Leichtlini* S. Wats.
4. *Drimia* (15 Arten)	*concolor* Baker.	10. *Eucomis* (5 Arten)	*punctata* L. Hér.
5. *Rhadamanthus* (1 Art)	—	11. *Ornithogalum* (etwa 70 Arten)	*chloranthum* Baker. *cuspidatum* Bertol. *Ecklonii* Fisch. *nutans* L. *pyrenaicum* L. *scilloides* Jacq. *umbellatum* L.
6. *Dipcadi* (15 Arten)	*serotinum* Medic.		
7. *Litanthus* (1 Art)	—		
8. *Scilla* (80 Arten)	*amoena* L.	12. *Drimiopsis* (5 Arten)	—

Gattung	Untersuchte Arten	Gattung	Untersuchte Arten
13. *Chionodoxa* (4 Arten)	*Luciliae* Boiss. *nana* Boiss.	18. *Veltheimia* (3 Arten)	*glauca* Jacq.
14. *Puschkinia* (2 Arten)	*scilloides* Adams.	19. *Lachenalia* (30 Arten)	*tricolor* Jacq.
15. *Hyacinthus* (etwa 30 Arten)	*amethystinus* L. *orientalis* L.	20. *Polyxena* (7 Arten)	—
16. *Muscari* (etwa 40 Arten)	*botryoides* L. Lam. et DC. *comosum* (L.) Mill. *racemosum* (L.) Lam et DC.	21. *Whitehead* (1 Art)	—
17. *Rhodocodon* (1 Art)	—	22. *Massonia* (20 Arten)	—
		23. *Daubenya* (3 Arten)	—

I. Anatomie des Laubblattes.

Gemäß der Hauptfunktion des Blattes als Assimilationsorgan steht sowohl der anatomische Bau als auch die Gestalt der Blätter in inniger Beziehung zur Ausbildung des Assimilationsgewebes; und so ist auch je nach der Gestalt des Blattes die Ausbildung und Lage dieses Gewebes verschieden. Bei den Lilioideen kommen zwei Blattgestalten vor:

I. Die Blätter sind flach; auf beiden Blattseiten treten chlorophyllführende Zellen auf: das zwischen diesen Assimilationszellen der beiden Blattseiten gelegene innere Gewebe ist entweder

A. chlorophyllfrei oder

B. chlorophyllführend; bei beiden tritt wieder hinsichtlich der Ausbildung des Assimilationssystems 1. dorsiventraler oder 2. isolateraler Bau des Blattes auf.

II. Die Blätter besitzen den Bau eines zylindrischen, nach allen Seiten gleichmäßig in Anspruch genommenen Organes; ihr Querschnitt ist dann rundlich (die Rundblätter von *Muscari racemosum*), elliptisch (*Ornithogalum pyrenaicum*) oder dreieckig (die grundständigen Blätter von *Lloydia serotina*). Das Assimilationsgewebe ist allseitig ungefähr gleichartig ausgebildet.

In den flachen dorsiventralen Blättern ist das Assimilationssystem hauptsächlich an der dem Lichte zugewendeten Seite entwickelt; dies kann nun die morphologische Oberseite des Blattes sein oder die morphologische Blattunterseite; letzteres ist besonders dann der Fall, wenn die Blätter anfangs zylindrisch sind wie bei *Muscari racemosum* und erst später entweder ganz oder nur teilweise flach werden, so daß dann die Außenseite des anfänglich zylindrischen Blattes, an der das Assimilationsgewebe ausgebildet ist, zum größten Teile zur Unterseite des flachen Blattes wird. Dies geschieht in der Weise, daß sich an einer meist in der Nähe des Blattgrundes gelegenen Stelle des zylindrischen Blattes eine scharfe Einbuchtung bildet (Fig. 1 *a*), welche immer tiefer wird (Fig. 1 *b*); anfangs bleiben die beiden Epidermen, die die Einbuchtung begrenzen, eng nebeneinander liegen, so daß das Blatt noch zylindrisch zu sein scheint (Fig. 1 *a* bis *c*); erst im mittleren Teil des Blattes öffnet es sich mehr und wird flach; nicht selten schreitet das Öffnen nicht bis zur Spitze des Blattes fort, so daß diese wieder zylindrisch ist. Neben diesen Blättern kommen auch vollständig geöffnete flache Blätter vor.

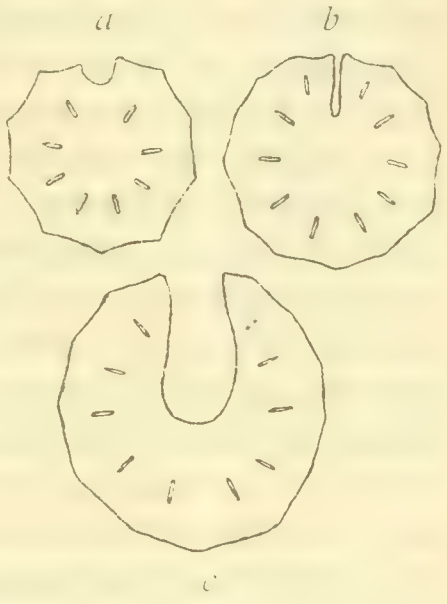


Fig. 1.

In den flachen isolateralen Blättern führen die auf der dem Lichte zugewendeten Seite gelegenen Assimilationszellen mehr Chlorophyll als die der dem Lichte abgekehrten Seite.

In den flachen Blättern sind

A. die auf beiden Blattseiten auftretenden Reihen von chlorophyllführenden Zellen durch ein chlorophyllfreies, parenchymatisches, inneres Gewebe getrennt; nur an den Blatträndern, manchmal auch durch längs der Gefäßbündel verlaufende, chlorophyllführende Zellschichten, stehen die beiden Assimilationsgewebe in Verbindung.

1. Dorsiventrale Ausbildung des Blattes: Als vollkommenste Ausbildung des Assimilationsgewebes treten bei den Lilioideen

a) auf der morphologischen Blattoberseite, anschließend an die Epidermis, palisadenförmige, ziemlich dicht angeordnete, reichlich chlorophyllführende Zellen auf, die eigentlichen Assimilationszellen; die folgenden mehr rundlichen und locker angeordneten Zellen führen weniger Chlorophyll und fungieren als Sammel- und Ableitungszellen; manchmal legen sie sich an die Gefäßbündel an und stellen, wenn sie dasselbe umgeben, eine Verbindung zwischen den Assimilationsgeweben der Blattober- und -unterseite her (*Scilla sibirica*, Taf. I, Fig. 1) und bilden so einen Übergang zu dem Typus mit chlorophyllführendem Innengewebe. Auf der Blattunterseite sind die an die Epidermis anschließenden Zellen seltener etwas senkrecht zur Blattoberfläche gestreckt, meist von mehr rundlicher Gestalt, führen jedoch weniger Chlorophyll als die an der Oberseite; die folgenden zwei bis drei Zellreihen sind meist isodiametrisch und führen noch weniger Chlorophyll. Diese für die Lilioideen vollkommenste Ausbildung des Assimilationssystems, die etwa dem von Haberlandt[1] aufgestellten Glumaceen-Typus entspricht, findet sich bei *Urginea maritima*, *Albuca fastigiata* und *longifolia*, *Scilla sibirica* Taf. I, Fig. 1), *bifolia*, *amoena*, *autumnalis*, *pratensis*; *Ornithogalum chloranthum*, *cuspidatum*, *nutans*, *scilloides*, *umbellatum*; *Eucomis punctata*, *Drimia concolor* und *Veltheimia glauca*.

b) Dieselbe vollkommene Ausbildung des Assimilationssystems findet sich, jedoch in umgekehrter Anordnung, indem

[1] Dr. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904.

nämlich die palisadenförmigen Zellen auf der morphologischen Blattunterseite, auf der Oberseite mehr rundliche chlorophyllführende Zellen auftreten, bei: *Galtonia candicans*, *Dipcadi serotinum*, *Ornithogalum Ecklonii*, *Puschkinia scilloides*, *Muscari botryoides*, *comosum* und *racemosum*; bei letzter Gattung findet sich auch eine Verbindung der beiden Assimilationsgewebe der Blattober- und -unterseite durch chlorophyllführende, die Gefäßbündel begleitende Zellen; es bildet diese Gattung so einen Übergang zu *B.*

2. Die Assimilationzellen sind nicht palisadenförmig ausgebildet; der Blattbau ist isolateral; es treten auf beiden Blattseiten ein oder mehrere Reihen rundlicher Zellen auf, deren Chlorophyllgehalt bald auf der morphologischen Blattoberseite etwas stärker ist (*Hyacinthus amethystinus* [Taf. I, Fig. 2], *Camassia esculenta* und *Leichtlini*; *Scilla hispanica*; *Chionodoxa nana* und *Luciliae*; *Calochortus splendens*), bald auf der morphologischen Blattunterseite (*Hyacinthus orientalis, Lachenalia tricolor*). Das innere Gewebe wird bei *Hyacinthus amethystinus* und *orientalis* durch die Gefäßbündel begleitende, chlorophyllführende Zellen unterbrochen und bildet so wie früher *Scilla sibirica* und *Muscari* den Übergang zu dem folgenden Typus.

B. Das gesamte zwischen den Epidermen der Blattober- und -unterseite gelegene innere Gewebe ist chlorophyllführend. 1. Dorsiventrale Ausbildung des Blattes. Die eine Blattseite, meist die morphologische Oberseite, besitzt palisadenähnliche Assimilationszellen; an diese schließen sich rundliche bis quergestreckte, chlorophyllführende Zellreihen an, welche das ganze Blatt durchziehen (*Lilium martagon, bulbiferum, tigrinum, candidum, longiflorum* und *carniolicum*).

2. Isolaterale Ausbildung. Die Zellen zwischen der oberen und unteren Epidermis führen alle (sofern sie dem Assimilationssystem angehören) Chlorophyll und sind parallel zur Blattoberfläche gestreckt; gegen innen nehmen sie an Chlorophyll ab; diese Ausbildungsform entspricht dem von Haberlandt[1] aufgestellten ersten System des Assimilations-

[1] Dr. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904.

gewebes, wo das Assimilationsgewebe zugleich als Ableitungsgewebe dient: *Erythronium dens canis* (Taf. I, Fig. 3), *americanum; Fritillaria imperialis, meleagris* und *tenella; Tulipa Gesneriana, australis, Kaufmanniana* und *silvestris; Calochortus amabilis* und *Maweanus.*

II. Blätter, deren Bau dem eines allseits gleichmäßig in Anspruch genommenen Organes entspricht. Bei *Muscari racemosum* kommen, wie früher erwähnt, flache und zylindrische Blätter vor; letztere besitzen einen stammähnlichen Bau (Gefäßbündel ungefähr kreisförmig angeordnet, Hadrom innen, Leptom außen); das Assimilationsgewebe ist allseits ziemlich gleichmäßig ausgebildet und besteht größtenteils aus isodiametrischen Zellen.

Bei *Ornithogalum pyrenaicum* treten nur Blätter mit stammähnlichem Bau auf, obwohl sie äußerlich von flachen Blättern kaum zu unterscheiden sind; ihr Querschnitt ist daher auch nicht rundlich, sondern mehr flachelliptisch. Das Assimilationsgewebe ist auf beiden Seiten oder vielmehr allseitig ungefähr gleichartig ausgebildet: Die erste Zellreihe palisadenähnlich, die zwei bis drei folgenden mehr oder weniger isodiametrisch und führen auch Chlorophyll, während die innersten Zellschichten chlorophyllfrei sind und vielfach kollabieren und zerreißen (Taf. II, Fig. 1).

Lloydia serotina hat außer den kleinen, flachen, am Stengel stehenden Blättern noch grundständige mit dreieckigem Querschnitt; die Assimilationszellen sind bei letzteren allseits gleichartig ausgebildet, die erste Zellreihe palisadenähnlich, die folgenden mehr isodiametrisch. Zwei bis vier Zellreihen unter der Epidermis führen Chlorophyll, die übrigen sind chlorophyllfrei.

Der Bau der Assimilationszellen und ihre Lagerung zueinander ist in allen Blättern ziemlich gleich; sie sind teils palisadenähnlich, teils isodiametrisch, ihre Wände fast nie verdickt. Die an die Epidermis angrenzenden, assimilierenden Zellen schließen meist eng an diese an; nur unterhalb der Spaltöffnungen bilden sie bald größere, bald kleinere Atemhöhlen; die weiter gegen das Blattinnere liegenden Assimilationszellen lassen zwischen einander oft ziemlich bedeutende

Intercellularräume. Nicht selten sind bei den Scilleen zwischen den Assimilationszellen Raphidenzellen eingeschaltet.

Der Zellinhalt der chlorophyllführenden Zellen ist besonders bei den Scilleen schleimig und enthält öfters verschiedene Substanzen, teils gelöst, wie Anthocyan z. B. bei *Erythronium dens canis*, teils ungelöst; als solche treten hell- bis dunkelgrüne Inhaltskörper, deren chemische Beschaffenheit ich nicht feststellen konnte, nicht selten auch braune, wahrscheinlich gerbstoffartige oder gelbe, harz- oder ölartige Substanzen auf.

Die Epidermiszellen des Blattes sind bei den dorsiventralen Blättern auf beiden Seiten meist verschieden gebaut. Bei den meisten Arten sind sie auf der physiologischen Blattoberseite nur wenig oder mäßig an der Außenwand und fast gar nicht an der Innenwand verdickt. Ihre Breite ist meist größer als ihre Höhe.

Auf der Blattunterseite ist die Epidermisaußenwand meist stärker verdickt; oft ist auch die Innenwand verdickt. In der Regel sind diese Zellen etwas höher und schmäler als die der oberen Epidermis. Die Fig. 4*a* und 4*b* auf Taf. I zeigen deutlich diesen Unterschied. An den isolateralen Blättern ist die Epidermis beiderseits ungefähr gleich gestaltet.

Die Epidermiszellen einer Blattseite sind meist gleich gebaut und ziemlich gleich groß, gegen den Blattrand zu kleiner werdend. Ist das Blatt gerillt, dann treten bei mehreren Scilleen häufig an den vorspringenden Kanten Epidermiszellen auf, die über dem Niveau der Nachbarzellen liegen; ihre Außenwand ist meist stärker verdickt als die der übrigen Epidermiszellen. Manchmal tritt in diesen »Kantenzellen« unter der Cuticula eine kappenförmige Cutinisierung auf (Taf. I, Fig. 5); solche Kantenzellen finden sich bei vielen Scilleen (*Scilla amoena, bifolia, sibirica; Muscari racemosum, Chionodoxa nana, Ornithogalum pyrenaicum, Puschkinia scilloides*), während sie bei den Tulipeen nirgends auftreten.

Die Zelluloseschichten der Epidermisaußenwand sind oft mächtig ausgebildet; Cuticularschichten fehlen fast überall; nur bei *Eucomis* und *Albuca* treten sehr schwache Cuticularschichten auf, die über den Radialwänden zäpfchenartig ein-

springen. Über diesen Cuticularschichten verläuft die Cuticula, beziehungsweise dort, wo diese fehlen, über den Zelluloseschichten, die mannigfache Erhebungen und Leistchen bilden können. Diese Erhebungen sind meist unregelmäßige (*Eucomis, Scilla*); bei einigen Arten findet sich in der Mitte der Epidermisaußenwand jeder Zelle eine buckelartige Erhebung (*Camassia esculenta, Ornithogalum pyrenaicum* [Taf. II, Fig. 1]). Die Epidermisaußenwand ist bei den Scilleen nur sehr wenig nach außen vorgewölbt; stärkere Auswölbungen kommen bei den Tulipeen besonders bei *Lilium*-Arten vor.

Die Radialwände sind überall unverdickt; bei den meisten untersuchten Arten sind sie eben; es zeigen dann die Epidermiszellen in der Oberflächenansicht meist eine schmallängliche, rechteckige Gestalt; bei *Calochortus Maweanus* (Blattunterseite) und *amabilis* sind sie verhältnismäßig breit; nur selten findet ein festeres Ineinandergreifen der Zellen durch Wellung der Radialwände statt, so bei *Lilium martagon, bulbiferum* und *tigrinum, Erythronium dens canis;* bei *Calochortus Maweanus* besitzen die Epidermiszellen der Blattunterseite, die nur vereinzelt Spaltöffnungen aufweist (in der Oberflächenansicht), die gewöhnliche längliche Gestalt, während die Epidermiszellen der Blattoberseite, die zahlreiche Spaltöffnungen aufweist, kurz sind und mannigfach ineinander eingreifen.

Die Innenwände der Epidermiszellen sind bald eben, bald etwas konvex eingebogen, manchmal collenchymatisch verdickt. Als Schutzmittel gegen zu starke Transpiration treten bei mehreren Arten (*Tulipa Gesneriana* und *silvestris, Fritillaria meleagris, Hyacinthus amethystinus* und *Camassia Leichtlini*) körnige Wachsüberzüge, besonders an den jüngeren Blättern, auf.

Nur bei wenigen Arten finden sich im Blatte mechanische Zellen; wenn solche vorkommen, so treten sie als Schutzhauben an den Gefäßbündeln auf; durch verholzte, bastähnliche Zellen wird das Hadrom und Leptom bei *Camassia* geschützt; über dem stets der Blattoberseite zugewendeten Hadrom und unterhalb des Leptoms liegt eine Gruppe sichelförmig angeordneter Bastzellen. *Calochortus amabilis* besitzt an den größeren Gefäßbündeln nur oberhalb des Hadroms eine Gruppe

größtenteils verholzter Bastzellen; *Calochortus Maweanus* besitzt an den größeren, mehr in der Mitte des Blattes gelegenen Gefäßbündeln oberhalb des Hadroms eine starke Bastschiene. Die kleineren, zwischen den großen, der unteren Epidermis genähert liegenden Gefäßbündel besitzen keine Schutzhauben; auffallend ist, daß das zu äußerst im Blattrande liegende Gefäßbündel die Schutzschiene an der Leptomseite besitzt, während über dem Hadrom keine mechanischen Zellen auftreten; das auf dieses gegen das Blattzentrum folgende Gefäßbündel besitzt manchmal beiderseits, über dem Hadrom und unter dem Leptom, mechanische Schutzzellen, während die übrigen Gefäßbündel immer nur über dem Hadrom nie unter dem Leptom eine Bastschiene aufweisen.

Wenn an dem Gefäßbündel über dem Hadrom eine mechanische Schutzhaube auftritt, dann ist stets zwischen den mechanischen Zellen und den Hadromelementen eine Reihe parenchymatischer Zellen mit nur wenig oder fast gar nicht verdickten Wänden vorhanden. Nie schließen die mechanischen Zellen direkt an die Hadromelemente an. Durch einige collenchymatische Zellen sind die Gefäßbündel von *Dipcadi serotinum*, *Eucomis punctata*, manchmal auch bei *Albuca fastigiata*, *Ornithogalum Ecklonii* und *pyrenaicum* geschützt.

Schulze hat festgestellt, daß bei *Calochortus pulchellus*, *venustus* und *Hartwegii* Bth. Plattencollenchym vorkommt und die Gefäßbündel von Schutzschienen begleitet sind. Bei den übrigen untersuchten Gattungen der Lilioideen treten im Blatte keine mechanischen Zellen auf.

Zu erwähnen wäre hier noch die mechanische Schutzeinrichtung des Blattrandes; dieser endigt vielfach in einer scharfen Schneide; in dieser berühren sich die Epidermiszellen der beiden Blattseiten; die Wände derselben sind an dieser Stelle besonders stark verdickt (Taf. I, Fig. 6).

Die Gefäßbündel setzen sich aus Hadrom und Leptom zusammen. Das Hadrom besteht aus Gefäßen, Tracheiden und parenchymatischen Begleitzellen. Die wasserleitenden Elemente zeigen immer Verdickungsleisten, welche die Aussteifung besorgen; am häufigsten treten Spiral-, seltener Ringgefäße auf; auch netzfaserförmig verdickte Gefäße kommen vor.

Schulze hat bei *Calochortus pulchellus, venustus* und *Hartwegii* Bth. ein häufigeres Auftreten von Treppentracheiden beobachtet; bei den von mir untersuchten *Calochortus*-Arten herrschen die Gefäße und Tracheiden mit ringförmigen Verdickungsleisten vor. Nicht selten finden sich auch einfach getüpfelte Gefäße.

Die Gefäße, beziehungsweise Tracheiden können im Gefäßbündel in zweierlei Weise angeordnet sein: 1. die Gefäße eines Bündels sind (im Querschnitt) in ein oder zwei nebeneinander liegenden Reihen übereinander bald regelmäßiger, bald weniger regelmäßig in der Längsrichtung, d. i. senkrecht zur Blattoberfläche angeordnet und dann reichen die Bündel oft von der Nähe der Blattoberseite durch das ganze Blatt bis in die Nähe der Blattunterseite, z. B. bei *Calochortus, Virginea, Scilla, Albuca, Ornithogalum* u. a. oder 2. die Gefäße sind in unregelmäßigen, meist breiteren Gruppen in der Querrichtung, d. i. parallel zur Oberfläche des Blattes nebeneinander angeordnet, z. B. bei *Erythronium, Fritillaria* und *Lilium*. Diese Gefäßbündel könnte man als »breite«, jene als »lange« bezeichnen. Zwischen diesen beiden Anordnungsformen der Gefäße kommen zahlreiche Übergänge vor.

Die Zahl und Größe der Gefäße, beziehungsweise Tracheiden in einem Bündel schwankt ziemlich bedeutend. Die Wände sind immer verholzt. Stets sind die engen Spiralgefäße an der Innenseite des Bündels gelegen und die weiteren schließen sich außen an.

Das Leptom weist stets kleine, meist dünnwandige Zellen auf; manchmal treten vereinzelte Zellen mit etwas collenchymatischer Wandverdickung auf. Zwischen den Gefäßbündeln kommen öfters schräge Anastomosen vor, die meist aus einfachen Leitbündeln bestehen; in diesen zeigen die Gefäße manchmal treppenförmige Verdickungsleisten, welche sonst sehr selten vorkommen.

Was die Lage des Hadroms und des Leptoms anbelangt, so hängt diese von der Gestalt des Blattes ab; in den flachen Blättern ist das Hadrom stets der Blattoberseite, das Leptom der Unterseite zugekehrt. In den Blättern mit stamm-

ähnlichem Bau sind die Hadromelemente innen, die Leptomelemente außen gelagert.

In der Anordnung und Zahl der Gefäßbündel zeigen sich folgende Unterschiede:

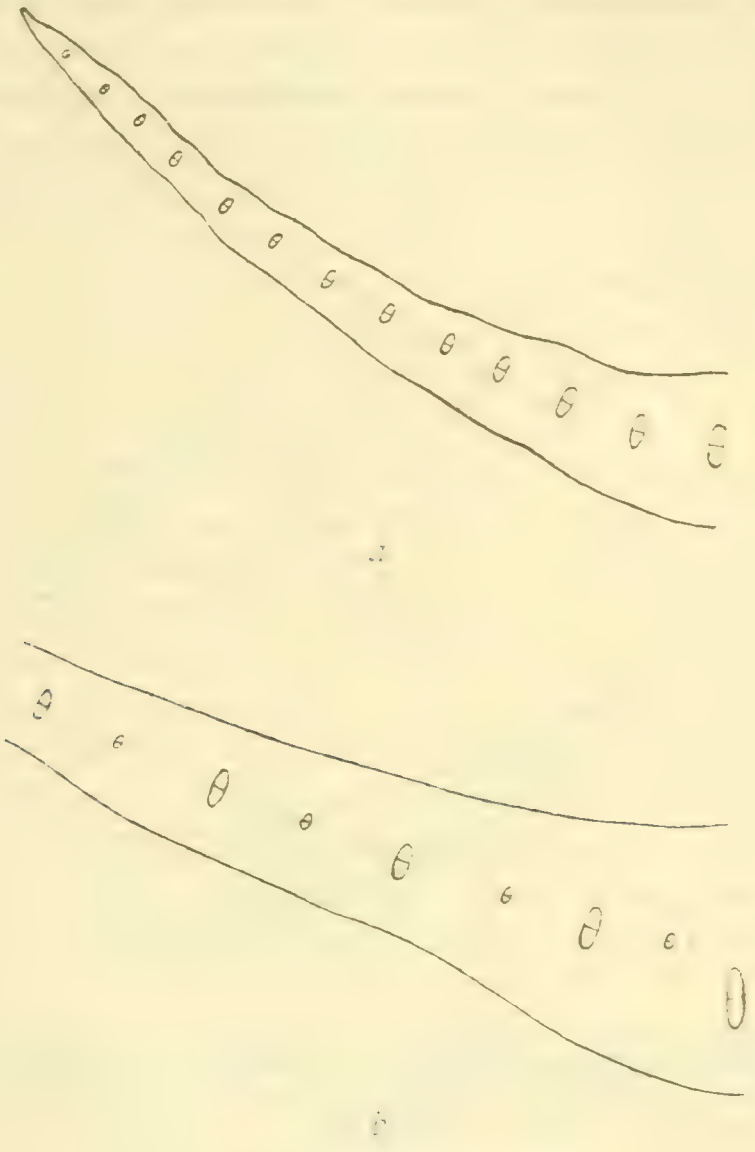


Fig. 2 (Erklärung umstehend).

1. Es ist nur eine Reihe großer Gefäßbündel vorhanden (Fig. 2*a*): *Lilium species, Fritillaria imperialis, Albuca fastigiata; Urginea maritima, Scilla amoena, autumnalis, bifolia, hispanica, pratensis, sibirica; Camassia esculenta* und *Leichtlini; Chionodoxa Luciliae* und *nana; Muscari comosum, racemosum; Drimia concolor, Veltheimia glauca.*

2. Es ist eine Reihe großer Gefäßbündel vorhanden und in der Mitte zwischen diesen liegen in der gleichen Höhe kleinere Gefäßbündel (Fig. 2 *b*): *Fritillaria meleagris* und *tenella; Tulipa australis, Gesneriana, Kaufmanniana* und *silvestris; Erythronium dens canis, americanum; Calochortus amabilis, Maweanus; Galtonia candicans, Hyacinthus amethystinus, Lachenalia tricolor, Eucomis punctata.*

3. Es sind zwei Reihen Gefäßbündel vorhanden: Eine Reihe großer und zwischen diesen eine zweite, tiefer liegende

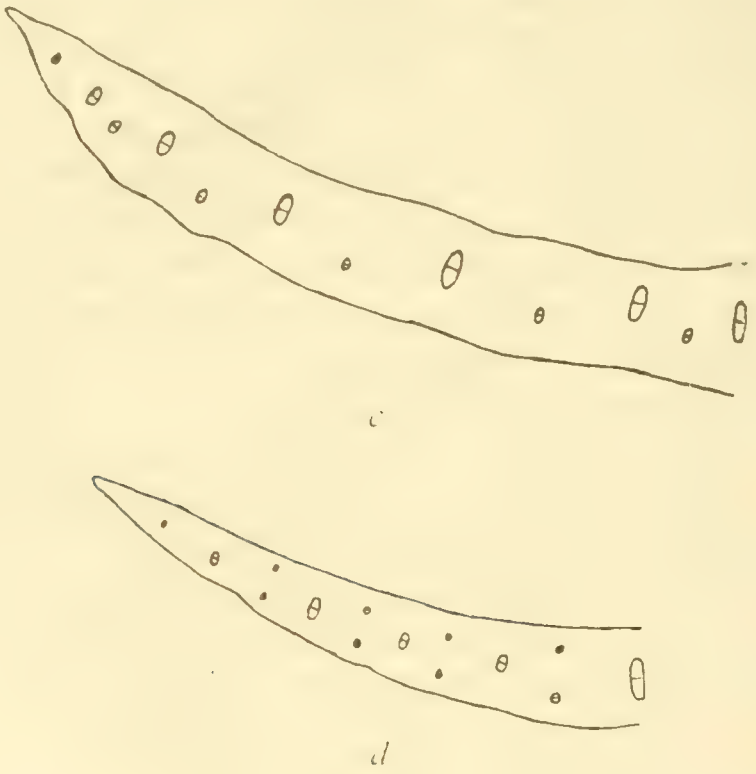


Fig. 2.

Schematische Darstellung der Lage der Gefäßbündel im Blattquerschnitt. *a) Scilla bifolia. b) Eucomis punctata. c) Dipcadi serotinum. d) Calochortus splendens.*

Reihe kleinerer Gefäßbündel; die Reihe der großen Gefäßbündel ist stets in der Mitte zwischen Ober- und Unterseite, die Reihe der kleinen stets tiefer orientiert, also zwischen den großen, der Blattunterseite genähert liegend (Fig. 2 *c*): *Dipcadi serotinum, Ornithogalum Ecklonii, cuspidatum, chloranthum, nutans, scilloides, umbellatum, Puschkinia scilloides, Hyacinthus orientalis, Muscari botryoides.*

4. Es treten drei Reihen von Gefäßbündeln auf: Eine Reihe großer Gefäßbündel in der Mitte und zwei Reihen kleiner, die eine der Blattoberseite, die andere der Blattunterseite genähert; meist sind diese beiden einander opponiert (Fig. 2 *d*): *Calochortus splendens; Albuca longifolia.*

Bei *Calochortus amabilis* und *Maweanus* finden sich Übergänge von der Anordnung 4 zu 2 und von 4 zu 3; häufig sind auch Übergänge von der Anordnung 2 zu 1. Es treten also vielfach die anfangs in der Nähe der Blattoberfläche verlaufenden, jüngeren Gefäßbündel später allmählich in die Mitte des Blattes ein. Aus dem Stengel tritt eine ziemlich große, nicht konstante Anzahl von Gefäßbündeln in das Blatt zunächst dichtgedrängt ein, die dann auseinandertreten; bei der Anordnung 2, 3 und 4 finden sich stärker und schwächer ausgebildete Gefäßbündelstränge.

Durch Zerreißung und Absterben des inneren Gewebes kommt es im Blatte vielfach zur Bildung von Hohlräumen, die eine bedeutende Durchlüftungseinrichtung darstellen. So ist bei *Puschkinia scilloides*, *Chionodoxa nana*, *Scilla amoena* und *sibirica*, *Ornithogalum umbellatum* und *cuspidatum* und bei *Lloydia* fast das ganze parenchymatische innere Gewebe der älteren Blätter zwischen den Gefäßbündeln, um die nur 1 bis 2 Reihen von Zellen erhalten sind, abgestorben und zerrissen, so daß weite Hohlräume entstehen. Auch die übrigen Zellen, besonders die des Assimilationsgewebes, zeigen vielfach eine lockere Anordnung, zwischen einander Intercellularräume lassend.

Die Ausgänge des Durchlüftungssystems, die Spaltöffnungen, sind meist auf beiden Blattseiten, in ihrer Mehrzahl auf der physiologischen Blattunterseite gelegen, welche meist der morphologischen Blattunterseite, seltener der Oberseite entspricht. Einige Durchschnittsangaben in Bruchform, deren Nenner die Zahl der auf der Blattunterseite und deren Zähler die auf der Blattoberseite (im Gesichtsfelde bei einer 440fachen Vergrößerung) gelegenen Spaltöffnungen angibt, bestätigen dies: *Lilium bulbiferum* $\frac{0-1}{2-6}$, *L. martagon* $\frac{0-1}{5-10}$,

L. longiflorum $\frac{0-1}{4-8}$, *L. tigrinum* $\frac{0-1}{5-9}$, *Erythronium dens canis* $\frac{3-6}{7-12}$, *Scilla bifolia* $\frac{3-7}{4-10}$, *S. sibirica* $\frac{3-7}{6-10}$, *Ornithogalum umbellatum* $\frac{3-5}{3-7}$, *Puschkinia scilloides* $\frac{5-10}{8-14}$, *Hyacinthus amethystinus* $\frac{2-6}{4-8}$, *Muscari botryoides* $\frac{4-6}{5-9}$; bei *Dipcadi serotinum*, wo das Assimilationssystem auf der Blattunterseite stärker entwickelt ist, finden sich auf der morphologischen Oberseite mehr Spaltöffnungen als auf der Unterseite: $\frac{10-15}{5-7}$; ebenso bei *Camassia esculenta* $\frac{5-10}{1-4}$; bei *Calochortus amabilis* treten auf der Unterseite Spaltöffnungen ganz vereinzelt auf: $\frac{1-5}{0-1}$, ebenso bei *Calochortus Maweanus*: $\frac{10-16}{0-1}$, obwohl das Blatt sonst ganz normal gebaut ist.

Die Lage der Spaltöffnungen zeigt folgende Verschiedenheiten: 1. Teils liegen die Spaltöffnungen in gleichem Niveau mit den Epidermiszellen und können da wieder *a)* gleiche Höhe mit diesen haben; dann wird die innere Atemhöhle von den darunterliegenden Assimilationszellen allein gebildet; oder *b)* kleiner sein, so daß die innere Atemhöhle auch noch zwischen die Nebenzellen hineinreicht (Taf. I, Fig. 4 *b*). 2. Teils sind sie etwas eingesenkt und dann niedriger als die Epidermiszellen. Des öfteren treten auf der physiologischen Blattunterseite eingesenkte, auf der Oberseite nicht eingesenkte Spaltöffnungen auf, z. B. bei *Lachenalia tricolor*.

Besonders tief eingesenkt ist die Spaltöffnung von *Ornithogalum pyrenaicum* (Taf. II, Fig. 4), so daß es zur Bildung einer großen äußeren Atemhöhle kommt. Die Schließzellen sind klein, unten an die weit größeren Epidermiszellen angelegt, deren obere Teile der angrenzenden Radialwand eine röhrenartige, äußere Atemhöhle bilden, welche an der Außenöffnung von einem durch Vorsprünge der Epidermisaußenwand gebildeten Ringwulst umgeben ist.

Der Bau des Spaltöffnungsapparates ist bei allen Lilioideen so ziemlich der gleiche; die Spaltöffnungen haben im großen und ganzen die Form des von Schwendener beschriebenen *Amaryllis*-Typus. Die Rückenwand der Schließzellen ist stets zart; auf der Bauchwand ist die Stelle, wo sich die beiden Schließzellen im geschlossenen Zustande berühren, dünnwandig, der übrige Teil verdickt, ebenso die Außenwände und Innenwände mit Ausnahme der Gelenkstellen; außer der Verdickung ist die Bauchwand mit cutinisierten Verdickungsleisten versehen: Es verlaufen nämlich vielfach cutinisierte Schichten längs der Bauchwand und Innenwand der Schließzellen weiter, meist bis zur Ansatzstelle der die Atemhöhle bildenden Zellen. Der Vorhof, der bald schmal und länglich, bald verhältnismäßig breit und groß ist, wird stets durch zwei hörnchenartige, cutinisierte Fortsätze überdacht; der Hinterhof, der meist etwas breiter als der Vorhof ist, besitzt oft nur kleine Hörnchenfortsätze. Die Eisodialöffnung ist meist eng, die Opisthialöffnung breit. Die äußeren Hautgelenke sind gewöhnlich besser ausgebildet als die inneren. Je nach der Verschiedenheit der Verdickung der Schließzellwände hat deren Lumen verschiedene Gestalt. Ist die Außen- und Innenwand der Schließzelle in gleicher Weise verdickt, dann hat das Lumen entweder mehr rundliche (Taf. II, Fig. 6) oder einem liegenden gleichschenkeligen Dreieck ähnliche Gestalt (Taf. II, Fig. 5); ist die Innenwand der Schließzellen stärker verdickt (Taf. II, Fig. 7), dann hat das Lumen eine unregelmäßige, einem ungleichseitigen Dreieck ähnliche Form. Stets ist es aber gegen die Zentralspalte zugespitzt.

Die Nebenzellen sind nur in wenigen Fällen in der Größe von den übrigen Epidermiszellen verschieden; in diesen Fällen sind sie bald höher und schmäler als die übrigen Epidermiszellen (*Muscari botryoides*, *comosum* u. a), bald breiter und höher und dann oft stark vorgewölbt (*Lilium bulbiferum* u. a.). Sonst haben die Nebenzellen meist die gleiche Höhe mit den übrigen Epidermiszellen, nur sind sie naturgemäß etwas schmäler, da sich die Rückenwand der Schließzellen meist in ihr Lumen etwas einwölbt.

Bei einigen Lilioideen beobachtete ich eine eigenartige Verstopfungseinrichtung der Spaltöffnungen; am Blatte von *Albuca fastigiata* und *Muscari racemosum* ist sie am vollkommensten ausgebildet. Im Hinterhof liegt, diesen fast ganz ausfüllend, ein erhärteter Tropfen einer hellgelben, harzähnlichen Substanz von projektilartiger oder stöpselartiger Gestalt, dessen feine Spitze bis an die Zentralspalte reicht; die seitlichen Flächen liegen, wenn die Spaltöffnung geschlossen ist, der den Hinterhof bildenden Wand der Schließzellen vollkommen an; bei geöffneter Spaltöffnung liegt der Pfropfen nicht an, sondern läßt zwischen sich und den Wandungen der Schließzellen schmale Kanäle (Taf. II, Fig. 2 und 3). Diese Einrichtung dürfte eine sehr vorteilhafte Schutzvorrichtung gegen zu starke Transpiration vorstellen. Neben diesen seltener auftretenden Verschlußvorrichtungen finden sich öfters rundliche bis plattenförmige Verstopfungskörperchen (Taf. I, Fig. 7) von gelber und brauner Farbe.

Der Inhalt der meisten Zellen des Blattes ist mehr oder minder schleimhaltig; diese dürften infolge dessen als Wasserspeicher fungieren. Dadurch, daß der schleimhaltige Zellsaft das aufgenommene Wasser nicht so leicht abgibt als der Zellsaft allein,[1] dürften diese Schleime als Schutzmittel gegen zu starke Transpiration in Betracht kommen.[2] Die Scilleen sind stärker schleimhaltig als die Tulipeen.

Von großer Wichtigkeit für die vergleichende Anatomie der Lilioideen ist das Vorhandensein oder Fehlen von Raphiden. Bei fast allen Lilioideen hat der Zellinhalt eine mehr oder minder schleimige Beschaffenheit; besonders schleimhaltig sind aber jene Zellen, welche Raphiden führen; »je nach dem

[1] Vgl. A. Tschirch, Beziehungen des anatomischen Baues zu Klima und Standort, Linnaea, Bd. IX, 1881: »Da schleimige Flüssigkeiten langsamer verdunsten als reines Wasser, ja sogar in konzentrierter Form Wasser anziehen, so sind diese Schleimgewebe als Anpassungserscheinungen an trockene Klimate aufzufassen«.

[2] Vgl. G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904. p. 428: »Viele Sekrete, wie ätherische Öle, Harze, Schleime u. dgl. kommen in biologischer Hinsicht als Schutzmittel gegen zu starke Transpiration ... in Betracht«.

Vorwiegen des Schleimes oder der Raphiden kann man von raphidenführenden Schleimzellen oder -schläuchen oder von schleimführenden Raphidenzellen, beziehungsweise -schläuchen sprechen«.[1] Der schleimige Zellinhalt, in dem die Raphiden liegen, ist manchmal etwas braun gefärbt und reagiert sauer. Neben der Raphidenform kommt Kalkoxalat manchmal auch in Form von kleinen Drusen vor. Die Raphiden treten zu einem Bündel dicht zusammen; in einer Zelle sind alle ungefähr gleich lang; auch in verschiedenen Zellen wechselt ihre Länge nicht bedeutend: 0·127 bis 0·213 *mm*.

Nach der Gestalt kann man im Blatte zwei Gruppen von Raphidenbehältern unterscheiden:

1. Die Raphidenzellen sind sehr lang, schlauchförmig (Länge 1·16 bis 1·42 *mm*); diese Raphidenschläuche können wieder von ungleichmäßiger Breite, stellenweise sehr schmal (0·03 *mm*), dann wieder etwas breiter sein, so daß sie leicht mit Intercellularräumen verwechselt werden können (Taf. III, Fig. 1), wie sie Hanstein[2] für *Agapanthus* beschrieben hat; *Urginea*, *Scilla*, *Puschkinia*, *Chionodoxa* und *Hyacinthus amethystinus* wiesen neben anders gestalteten Raphidenbehältern solche unregelmäßig breite Raphidenschläuche allerdings nur in geringer Anzahl auf; oder sie sind ungefähr so breit wie die angrenzenden Zellen (Breite 0·041 bis 0·053 *mm*); solche fand ich bei *Albuca fastigiata* und *longifolia*, *Galtonia candicans*, *Ornithogalum chloranthum*, *cuspidatum*, *Ecklonii*, *pyrenaicum* und *umbellatum*, *Hyacinthus orientalis* und *amethystinus* (Taf. III, Fig. 2).

2. Die Raphidenbehälter sind nicht schlauchförmig, sondern besitzen mehr normale Zellgestalt; sie sind meist etwas in die Länge gezogen und an beiden Enden ein wenig zugespitzt. Während die Breite dieser Raphidenbehälter in ihrer größten Ausdehnung in der Mitte der Zelle an verschiedenen derartig geformten Raphidenzellen so ziemlich

---

[1] Dr. A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig, 1877, p. 142.

[2] Dr. Joh. Hanstein, Die Milchsaftgefäße und die verwandten Organe der Rinde. Berlin, 1864.

gleich bleibt (0·061 *mm*), schwankt ihre Länge ziemlich bedeutend (0·0423 bis 0·178 *mm*); die kürzesten dieser Zellen nähern sich mehr der in der Wurzel und Zwiebel vorherrschenden tonnenförmigen Gestalt (Taf. III, Fig. 3 und 6). Raphidenzellen von dieser zweiten Form finden sich neben anderen Raphidenbehältern bald häufiger, bald seltener in den Blättern aller Scilleen; vorherrschend sind sie bei *Drimia*, *Dipcadi*, *Camassia*, *Eucomis*, *Ornithogalum*, *Muscari*, *Veltheimia* und *Lachenalia*. Zwischen den geschilderten Formen der Raphidenbehälter kommen oft auch in ein und derselben Art zahlreiche Übergänge vor.

Bei *Lilium*, *Fritillaria*, *Tulipa*, *Erythronium*, *Lloydia* und *Calochortus* kommen keine Raphiden vor; auch sind deren Zellen weniger schleimhaltig. Die übrigen untersuchten Gattungen der Lilioideen besitzen Raphiden. Diese beiden Gruppen decken sich mit der Einteilung in *Tulipeae* und *Scilleae*.

II. Anatomie des Stammes.

1. Anatomie des oberirdischen Stammes.

A. Allgemeiner Teil.

Der oberirdische Stamm der Lilioideen trägt bei einzelnen Gattungen (*Lilium*, *Fritillaria*, *Tulipa*, *Calochortus* und *Lloydia*) die Laubblätter, während bei den übrigen die Blätter grundständig sind und der Stamm als Schaft ausgebildet ist. In Zusammenhang mit dieser verschiedenen Ausbildung des oberirdischen Stammes haben sich auch einige Verschiedenheiten im anatomischen Bau desselben ergeben: Der bei vielen Arten in mechanischer Hinsicht weniger in Anspruch genommene Schaft besitzt vielfach gar kein oder nur ein schwach ausgebildetes mechanisches System, z. B. *Erythronium*, *Scilla*, *Puschkinia* u. a. Die Zahl der Spaltöffnungen ist am Schaft eine größere als am beblätterten Stamm.

Im allgemeinen läßt ein Querschnitt durch den oberirdischen Stamm einer Lilioidee leicht eine Differenzierung in

zwei Teile unterscheiden: Eine an die Epidermis anschließende äußere Lage von Zellreihen, deren Zellen zwischen einander vielfach Intercellularräume lassen und Chlorophyll führen und so die Blätter in ihrer Assimilationstätigkeit unterstützen, und eine innere Schichte von Zellreihen, deren Zellen fast nie Chlorophyll führen und weniger Intercellularräume bilden.

Diese beiden Schichten sind meist durch einige wenige, die Grenze zwischen diesen bildende Zellreihen voneinander getrennt; seltener gehen sie allmählich ineinander über (*Puschkinia scilloides*, *Chionodoxa nana*, *Scilla bifolia*, *sibirica*, *amoena*). Jene Grenzscheide zwischen dem äußeren und inneren Teil des Stammes ist bei einigen Arten aus kleinen, meist dünnwandigen Zellen (*Erythronium americanum*, *dens canis* und *Urginea maritima*), bei den übrigen Arten aus mechanischen Zellen gebildet. Diese sind, wie später bei der Besprechung des mechanischen Systems des Stammes eingehender dargelegt wird, von prosenchymatischer Gestalt, bei einigen Arten collenchymatisch verdickt, bei einigen verholzt, bei anderen wieder typische Bastzellen. Dabei findet bald von den zartwandigen Parenchymzellen des inneren Stammteiles ein allmählicher Übergang zu typisch ausgebildeten Bastzellen statt, die dann meist scharf gegen das Parenchym des äußeren Stammteiles ohne Übergangsreihen abgrenzen; bald ist auch gegen das innere Gewebe zu eine schärfere Abgrenzung vorhanden, während nach außen zu selten Übergangsstufen auftreten.

Die Gefäßbündel treten hauptsächlich im inneren Stammteile, und zwar meist nicht ganz unregelmäßig, sondern in Kreisen angeordnet auf; aber auch im äußeren Stammteile wie in der mechanischen oder kleinzelligen Ringzone kann es zur Ausbildung von Gefäßbündeln kommen.

B. Spezieller Teil.

Die Epidermiszellen sind im Querschnitt meist etwas höher als breit und ziemlich gleich groß. Seltener treten größere Zellen im Wechsel mit kleineren auf. Die Außenwände, denen die Hauptaufgabe bei der physiologischen Funktion der Epidermis zufällt, sind stets stärker verdickt als die Innen-

und Seitenwände. Die Cuticula ist oft stark gewellt, besonders bei *Eucomis punctata* (Taf. III, Fig. 8); es finden sich nämlich häufig sehr schmale und steife, leistenförmige, meist gerade und parallel, in der Längsrichtung des Stammes verlaufende Verdickungen der Epidermisaußenwand, über die die Cuticula verläuft. Über den Radialwandungen springt die Cuticula nicht selten zapfenförmig ein. Cuticularsschichten sind meist nur schwach ausgebildet oder fehlen ganz; etwas stärker treten sie bei *Ornithogalum Ecklonii, Calochortus amabilis* und *Maweanus* auf.

Die Celluloseschichten der Außenwände sind oft mächtig entwickelt: *Fritillaria imperialis, meleagris, tenella*; *Tulipa Kaufmanniana*; *Calochortus amabilis, Maweanus* und *splendens* (bei letzteren 4 Arten sind auch die Innenwände etwas verdickt); *Albuca fastigiata, longifolia*; *Camassia esculenta, Leichtlini*; *Ornithogalum Ecklonii*. Ist der oberirdische Stamm gerillt, dann treten an den vorspringenden Stellen der Epidermis »Kantenzellen« auf, wie sie für das Blatt beschrieben wurden (Taf. I, Fig. 5), nur ist bei diesen die Verdickung der Außenwände nicht so sehr von der der übrigen Epidermiszellen verschieden. Solche Kantenzellen finden sich am Schafte von *Scilla amoena, bifolia* und *sibirica, Ornithogalum pyrenaicum, Chionodoxa nana, Puschkinia scilloides, Hyacinthus amethystinus*; bei den Tulipeen, die meist glatte Stengel besitzen, kommen keine Kantenzellen vor; bei diesen sind die Epidermiszellen in Übereinstimmung mit denen des Blattes oft stark vorgewölbt; diese papillösen Vorwölbungen können zu haarähnlichen Fortsätzen werden, wie es z. B. bei *Lilium tigrinum* häufig vorkommt (Taf. III, Fig. 9). Bei den Scilleen sind die Epidermisaußenwände gar nicht oder nur schwach nach außen vorgewölbt.

Die Innen- und Seitenwände sind meist zart gebaut; die Seitenwände sind stets eben, die Innenwände nicht selten etwas konvex gebogen und schneiden sich in scharfen Kanten; die Innenwände sind gewöhnlich etwas stärker verdickt als die Seitenwände, besonders dort, wo sich die folgende Zellschichte sehr eng anschließt; in diesem Falle ist hie und da auch diese etwas dickwandiger als die folgenden, z. B. bei *Lilium mar-*

tagon, *Tulipa Gesneriana* und *Kaufmanniana*, *Calochortus amabilis*, *splendens* und *Maweanus*; *Eucomis punctata*; jedoch tritt nirgends eine mehrschichtige Epidermis auf. Als Schutz gegen zu starke Transpiration kommen manchmal, besonders an jüngeren Sprossen, Wachsüberzüge vor, und zwar als Körnerüberzug, indem größere und kleinere Wachskörnchen nebeneinander sehr dicht gedrängt liegen, welche den Stengel, beziehungsweise den Schaft rauh machen, z. B. bei *Tulipa Gesneriana* und *Camassia Leichtlini*.

Anhangsgebilde der Epidermis in Form von Haaren finden sich bei *Tulipa Gesneriana* und *Kaufmanniana*, seltener bei *Lilium*; sie sind sehr einfach gebaut und entstehen in der Weise, daß sich eine Epidermiszelle durch eine zur Oberfläche parallele Wand in zwei Zellen teilt; die äußere bildet dann eine schlauchartige Ausstülpung, die dann zum Haar auswächst; im ausgebildeten Zustande (Taf. III, Fig. 10) ist das Haar einzellig, läßt aber einen rundlichen über dem Niveau der umgebenden Epidermiszellen liegenden Fußteil und einen schlauchartigen, gegen das freie Ende spitz zulaufenden Haarkörper unterscheiden; die Zellwand ist überall ziemlich gleich dick.

Als Inhalt der Epidermiszellen tritt stets nur der Protoplasmakörper mit dem oft ziemlich großen Zellkern auf; nirgends führt die Stammepidermis Chlorophyll.

Das Assimilationsgewebe nimmt überall die für die Assimilation günstigste periphere Lage knapp unter der Epidermis ein. Die chlorophyllführenden Zellen sind im Stamme meist isodiametrisch, selten etwas mehr längs- oder mehr quergestreckt. Zwischen denselben treten oft große Intercellularräume auf. Der Anschluß an die Epidermis ist bald ein enger und dann ist manchmal diese erste Zellschichte des Assimilationsgewebes etwas dickwandiger als die folgenden, bald ein lockerer; die unter den Spaltöffnungen auftretenden Atemhöhlen sind vorherrschend klein. Die Wände der assimilierenden Zellen sind in der Regel dünn, nur die an die Epidermis anschließenden sind manchmal etwas stärker verdickt; häufig ist diese Verdickung nur eine collenchymatische. Gegen das Innere des Stammes zu werden die Zellen größer und sind lockerer angeordnet. Nur bei wenigen Gattungen (*Puschkinia*

und *Scilla*) gehen diese chlorophyllführenden Zellen allmählich in das innere Gewebe des Stammes direkt ohne scharfe Grenze über; in den meisten Fällen wird zwischen diesem und dem Assimilationsgewebe ein mechanischer Ring oder doch ein Ring kleiner Zellen ausgebildet, der die äußersten Gefäßbündel verbindet; bei allen Arten, die eine Abgrenzung zwischen dem Assimilationsgewebe und dem inneren Gewebe des Stammes besitzen, findet diese Differenzierung nicht schon an der Stelle statt, wo der Stamm aus der Umhüllung der Zwiebelblätter hervortritt, sondern meist erst weiter oben, indem die Zellen einer Zone, etwa vier bis acht Zellschichten unter der Epidermis liegend, sich durch longitudinale Wände teilen.

Der Inhalt der chlorophyllführenden Zellen ist vielfach schleimig, der Kern oft ziemlich groß. Nicht selten ist der Zellsaft, besonders bei *Erythronium dens canis*, durch Anthocyan rosa gefärbt.

Als mechanische Zellen treten Bast- und Collenchymzellen auf; die Wände der Bastzellen sind stets mehr oder weniger verdickt und meist ziemlich stark verholzt. Die typischen kleinlumigen Bastzellen kommen seltener vor als die großlumigen, letztere meist gegen das Innere des Stammes liegend, erstere besonders in mechanisch mehr beanspruchter peripherer Lage des Bastringes; diese prosenchymatischen Bastzellen des mechanischen Ringes verlieren vielfach gegen das Innere des Stammes zu allmählich ihre prosenchymatische und für die typischen Bastzellen charakteristische Gestalt und gehen dann in das innere Gewebe über. Die Länge der Bastzellen ist bei allen untersuchten Arten ziemlich bedeutend, sie schwankt zwischen 0·621 *mm* (*Galtonia candicans*) und 1·615 *mm* (*Calochortus Maweanus*). Die Verbindung der Lumina der aneinandergrenzenden Bastzellen wird durch die Bildung meist etwas schräg verlaufender Porenkanäle erreicht; bei *Veltheimia viridissima* zeigen diese Poren nach Schwendener[1] knopfförmige Erweiterungen, die ich bei *Veltheimia glauca* und bei den anderen Gattungen der Lilioideen nirgends vorfand.

[1] S. Schwendener, Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen. Leipzig, 1874.

Nach den Untersuchungen Schwendener's[1] ist die vorteilhafteste Anordnung der mechanischen Elemente in Organen, die nach allen Richtungen rechtwinklig zur Längenausdehnung in Anspruch genommen werden, die eines Hohlzylinders; er hat für die Liliaceen als charakteristisch das »System des einfachen Hohlzylinders mit eingebetteten oder angelehnten Mestomsträngen (Typus 20)« bezeichnet. In der Tat findet sich auch beim größeren Teil der untersuchten Arten ein mehr oder weniger stark ausgebildeter Ring mechanischer Zellen. Je nach der Beschaffenheit dieser kann man drei Arten des Ringes unterscheiden:

1. Der Ring besteht aus mehr oder weniger typisch ausgebildeten, meist stark verholzten Bastzellen: *Tulipa silvestris*;[2] *Galtonia candicans. Dipcadi serotinum, Camassia esculenta* und *Leichtlini, Ornithogalum Ecklonii.*

2. Der Ring wird von mehr parenchymatischen, meist wenig verdickten, aber verholzten Zellen gebildet: *Lilium longiflorum, candidum, tigrinum, bulbiferum, carniolicum, martagon, Fritillaria imperialis*,[3] *meleagris* und *tenella, Tulipa Gesneriana, australis* und *Kaufmanniana, Lloydia serotina, Calochortus amabilis; Albuca fastigiata* und *longifolia, Eucomis punctata, Hyacinthus amethystinus, Scilla hispanica, Lachenalia tricolor.*

3. Die Zellen des Ringes sind collenchymatisch verdickt: *Erythronium americanum, dens canis, Calochortus amabilis, Maweanus* und *splendens; Ornithogalum umbellatum, nutans, scilloides, cuspidatum, chloranthum* und *pyrenaicum, Hyacinthus orientalis, Muscari botryoides, comosum* und *racemosum, Veltheimia glauca.*

In den jüngeren Teilen des Stammes ist der Bastring oft noch nicht so typisch ausgebildet wie in den älteren Teilen:

---

[1] Siehe p. 980, 1.

[2] R. Schulze führt *Tulipa silvestris* irrtümlich als Beispiel für eine *Liliaceae* ohne mechanischen Ring an.

[3] R. Schulze gibt fälschlich an, daß bei *Fritillaria* (species) ein mechanischer Ring fehlt.

bei *Camassia esculenta* beobachtete ich den Übergang von einem Ring collenchymatischer Zellen im oberen Teil des Schaftes zu einem Bastring im unteren Teil. Die Zellen dieses, wie früher erwähnt, erst nach dem Austritt des Stammes aus der Umhüllung der Zwiebelblätter sich differenzierenden Ringes können nämlich ihre Gestalt durch den ganzen Stamm beibehalten, so daß kein mechanischer Ring entsteht (*Scilla* mit Ausnahme von *hispanica, Drimia, Puschkinia* und *Chionodoxa*) oder zu mechanischen Zellen werden; dies geschieht bei einigen Arten in der Weise, daß sich ihre Wände collenchymatisch verdicken; bei anderen Arten differenziert sich ein Ring typischer Bastzellen, wie z. B. bei *Camassia esculenta* oder ein Ring mehr parenchymatischer Zellen mit verdickten und verholzten Wänden, wie z. B. bei *Lloydia serotina*. Hie und da ist der mechanische Ring dort, wo Gefäßbündel in das Blatt übertreten, schwächer entwickelt oder unterbrochen.

Die Lagerungsverhältnisse der Gefäßbündel zum mechanischen Ring sind verschieden; es lassen sich viererlei Gruppierungen unterscheiden:

1. Es liegen Gefäßbündel außerhalb des Ringes (meist angelehnt und dann manchmal von mechanischen Zellen umgeben), im Ring selbst nur wenige, die anderen innerhalb des Ringes frei in einem oder mehreren Kreisen wenig regelmäßig angeordnet (Fig. 3 *a*); dies ist der Fall bei *Galtonia candicans, Camassia esculenta* und *Leichtlini, Eucomis punctata, Ornithogalum umbellatum, cuspidatum, pyrenaicum, scilloides* und *nutans, Hyacinthus orientalis.*

2. Es liegen Gefäßbündel bloß außerhalb und innerhalb des Ringes, im Ringe selbst keine (Fig. 3 *b*): *Ornithogalum Ecklonii, Albuca fastigiata* und *longifolia, Dipcadi serotinum.*

3. Es liegen die Gefäßbündel im Ring und innerhalb desselben in mehreren Kreisen, die äußersten derselben an den Ring angelehnt (Fig. 3 *c*): Bei allen untersuchten *Lilium*-Arten, *Tulipa silvestris, Calochortus amabilis, Maweanus* und *splendens, Scilla hispanica.*

4. Die Gefäßbündel liegen nur innerhalb des Ringes (im inneren Gewebe), entweder in einem angelehnten Kreis

(*Lloydia*) oder in mehreren Kreisen, die äußersten meist angelehnt, die inneren meist unregelmäßig angeordnet (Fig. 3*d*): *Tulipa australis, Gesneriana, Kaufmanniana, Hyacinthus*

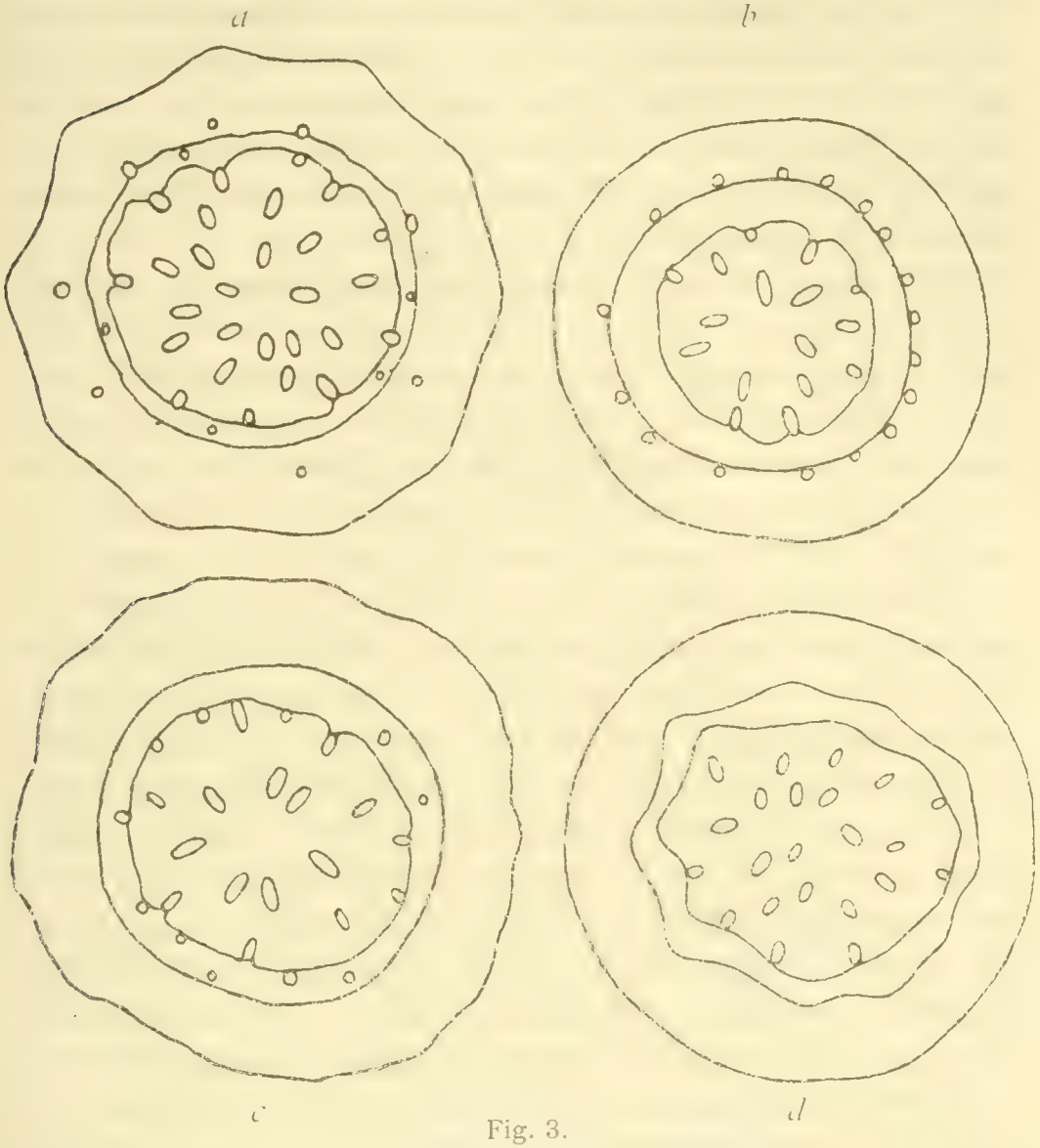


Fig. 3.

Schematische Stammquerschnitte zur Erläuterung der Lagerungsverhältnisse der Gefäßbündel zum mechanischen Ring. *a) Hyacinthus orientalis. b) Dipcadi serotinum. c) Tulipa silvestris. d) Fritillaria meleagris.*

amethystinus, Erythronium dens canis,[1] *americanum, Urginea maritima,*[1] *Fritillaria imperialis, meleagris* und *tenella.*[2]

---

[1] *Erythronium* und *Urginea* besitzen keinen eigentlichen mechanischen Ring; die äußersten Gefäßbündel sind untereinander durch einen Ring kleiner, nicht verholzter, hie und da ein wenig collenchymatisch verdickter Zellen verbunden.

[2] Siehe p. 981, 3.

Muscari botryoides, *comosum* und *racemosum*, *Veltheimia glauca*, *Lachenalia tricolor*.

Was die Lage des mechanischen Ringes anbelangt, so treten, da die Ansprüche des Assimilationssystems vorwiegen, bei allen untersuchten Arten die mechanischen Zellen unterhalb des Assimilationsgewebes auf, und zwar rücken sie an den von Blättern nicht umhüllten Stammteilen mehr gegen das Innere als in den von den Blattscheiden umhüllten (*Hyacinthus*, *Camassia*; *Tulipa silvestris*).

Mechanische Zellen finden sich im Stamm sonst noch hie und da als Schutzzellen an den Gefäßbündeln, die innerhalb des Ringes liegen, in kleinerer oder größerer Anzahl, meist nur über dem Hadromteile als Schutzhaube, seltener das ganze Bündel umgebend. Vielfach sind einzelne an die Gefäßbündel anschließende Zellen collenchymatisch verdickt. Durch zahlreiche collenchymatische Zellen geschützte Gefäßbündel besitzt *Hyacinthus orientalis*; durch einige wenige verholzte, bastähnliche Zellen sind die Gefäßbündel geschützt bei *Albuca fastigiata* und *Scilla hispanica*; bei *Eucomis punctata* werden die Gefäßbündel gegen außen durch Hauben von Bastzellen geschützt; an dem der Stammitte zugekehrten Ende des Gefäßbündels treten nicht selten collenchymatisch verdickte Zellen auf, die bisweilen, besonders die in der Nähe des Ringes gelegenen Gefäßbündel ganz umgeben.

Manchmal wird der mechanische Ring in seiner Wirkung dadurch unterstützt, daß Zellen anderer Gewebe verdickte Wandungen besitzen; so können Zellen des Assimilationsgewebes und des parenchymatischen inneren Gewebes, besonders in der Umgebung der Gefäßbündel, etwas verdickte Wände aufweisen. Bei mehreren Arten der Lilioideen treten im Stamm weder ein mechanischer Ring noch sonst mechanische Zellen auf (*Drimia concolor*, *Scilla amoena*, *autumnalis*, *bifolia*, *pratensis* und *sibirica*, *Urginea maritima*, *Chionodoxa Luciliae* und *nana*, *Puschkinia scilloides*; in den jüngeren Teilen des Stengels von *Calochortus splendens* und des Schaftes von *Erythronium dens canis* und *americanum*; es sind dies mit Ausnahme von *Calochortus* schaftbesitzende Lilioideen. Bei einigen von diesen (*Urginea maritima*; in den

älteren Teilen des Stengels von *Calochortus splendens* und des Schaftes von *Erythronium dens canis* und *americanum*) kommt es vor, daß das Assimilationsgewebe durch einige ringförmig angeordnete, kleinere, dünnwandige, selten etwas collenchymatisch verdickte Zellen, welche die äußersten Gefäßbündel verbinden, abgegrenzt wird.

Die Anordnung der Gefäßbündel wurde bei der Besprechung des mechanischen Systems erwähnt. Bei denjenigen Arten, bei denen im Stamm kein mechanischer Ring auftritt, sind die Gefäßbündel unregelmäßig ungefähr in einem oder mehreren Kreisen und dann meist in alternierender Reihenfolge angeordnet, im innersten Kreise die größten in geringer Anzahl, im äußersten Kreise die kleinsten, d. h. die aus den wenigsten leitenden Elementen bestehenden Gefäßbündel. Der Bau der Gefäßbündel stimmt mit dem im Blatte so ziemlich überein; das Hadrom liegt stets gegen die Mitte des Stammes, das Leptom der Peripherie zugekehrt. Im Hadrom kommen spiral-, ring- und netzfaserförmig verdickte Gefäße, beziehungsweise Tracheiden vor. Diese sind auf dem Querschnitt meist in Form eines V oder Y, seltener unregelmäßig, halbkreisförmig angeordnet. Das Leptom ist wie im Blatte gebaut.

Der Bündelverlauf ist von Falkenberg[1] genau untersucht worden; er stellte für alle Zwiebelpflanzen mit beblättertem, oberirdischem Stengel einen eigenen, von dem Palmentypus abweichenden Verlauf der Fibrovasalstränge fest: »Die Fibrovasalstränge der Blätter dringen abwärtslaufend in den Stengel ein und setzen sich, nach und nach tiefer in das Innere desselben tretend, an die Blattspuren älterer Blätter an, ohne wieder nach außen zu biegen«.[2] Im Querschnitt sind daher die Gefäßbündel mehr oder weniger unregelmäßig zerstreut, gegen die Peripherie zu dichter, in der Mitte weniger gedrängt. Falkenberg hat den Gefäßbündelverlauf für

[1] Dr. P. Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monokotylen. Stuttgart, 1876.

[2] P. Falkenberg, Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen über Untersuchungen des Gefäßbündelverlaufes bei Monokotylen. Bot. Zeitung, Leipzig, 1874.

Fritillaria imperialis, *Tulipa silvestris* und *Lilium martagon* genau untersucht. Von mir wurden diesbezüglich die Schäfte von *Galtonia candicans*, *Dipcadi serotinum*, *Eucomis punctata*, *Ornithogalum pyrenaicum* und *umbellatum*, *Puschkinia scilloides*, von *Erythronium dens canis*, *Scilla hispanica* und *Muscari racemosum* einer Untersuchung unterzogen. Durch Abziehen der Epidermis und mehrfaches Aufkochen des Schaftes in verdünnter Kalilaugelösung wurde der Verlauf der Gefäßbündel sichtbar gemacht. Dabei hat sich gezeigt, daß der Gefäßbündelverlauf mit dem von Falkenberg »für alle beblätterten Zwiebelpflanzen der Monokotylen charakteristischen *Fritillaria*-Typus« insofern übereinstimmt, als die Stränge im oberirdischen Stamm zunächst eine kurze Strecke zentral dicht nebeneinander verlaufen; es erfolgt dann ein allmähliches Auseinanderweichen der ursprünglichen Stränge; bei den von Falkenberg untersuchten stengelbesitzenden Lilioideen setzen sich nun an die ursprünglichen Stränge, welche in die Blätter eintreten, neue an; bei den einen Schaft besitzenden Lilioideen verlaufen die aus dem unterirdischen Stamm eintretenden Gefäßbündel als stammeigene durch den ganzen Schaft, durch mehrfache Anastomosen mit einander verbunden. Bei *Lloydia*, die ein unterirdisches Rhizom besitzt, dürften die Gefäßbündel auch nach dem *Fritillaria*-Typus verlaufen, doch war, da ich bei *Lloydia*, was den Stengel anbelangt, auf Herbarmaterial angewiesen war, die Konstatierung des Gefäßbündelverlaufes nicht mehr genau möglich.

Jene Hohlräume des Stammes, die besonders in den älteren Teilen des Schaftes von *Scilla*-, *Chionodoxa*- und *Puschkinia*-Arten auftreten, bilden eine wesentliche Vergrößerung des Durchlüftungssystems des Stammes. Dieses wird durch die besonders zwischen den mehr peripher gelegenen Zellen oft ziemlich bedeutenden Intercellularräume gebildet, welche durch die Spaltöffnungen mit der äußeren Luft kommunizieren. Die Querschnittbilder der Spaltöffnungen zeigen, daß sie teils in gleichem Niveau mit den übrigen Epidermiszellen liegen, teils etwas eingesenkt sind. Dabei ist die Höhe der Schließzellen meist kleiner als die der Nebenzellen. Der Bau der Spaltöffnungen stimmt im wesentlichen mit dem der

Spaltöffnungen am Blatt überein. Ihre Anzahl pro Quadratmillimeter ist im großen und ganzen am Stamm der Scilleen größer als an dem der Tulipeen, was seinen Grund teilweise darin haben dürfte, daß bei diesen der Stamm fast bei allen Gattungen beblättert ist, während jene einen Schaft besitzen, teilweise darin, daß im Schafte der Scilleen sehr oft durch Zerreißen des inneren Gewebes große Hohlräume entstehen, was bei den Tulipeen selten vorkommt. Im Vergleich mit der Anzahl der Spaltöffnungen auf den Blättern sind bei den Tulipeen am Stengel viel weniger Spaltöffnungen vorhanden als am Blatte: bei *Calochortus amabilis* und *Maweanus* treten am Stengel nur vereinzelt Spaltöffnungen auf, während das Blatt auf seiner physiologischen Blattunterseite sehr reich an Spaltöffnungen ist. Die Scilleen besitzen auf 1 mm^2 des Blattes und Schaftes so ziemlich gleich viel Spaltöffnungen. Diese Verschiedenheit in der Anzahl derselben an Blatt und Stamm der Tulipeen und Scilleen dürfte auch mit dem verschiedenen Schleimgehalt der Zellen beider Gruppen in Zusammenhang stehen.

Es sind nämlich wie im Blatt so auch im Stamm der Scilleen die Zellen besonders stark schleimhaltig; schlauchartige Schleimzellen kommen sehr selten vor (*Dipcadi serotinum*, *Scilla sibirica*, *Puschkinia scilloides*). Viel häufiger finden sich, aber nur bei den Scilleen, stark schleimhaltige Raphidenbehälter, und zwar auch alle jene Formen, die im Blatt auftreten. Schmale, schlauchartige Raphidenzellen, die im Schafte öfter als im Blatte die Gestalt von Intercellularräumen annehmen, finden sich nur bei *Scilla* und *Hyacinthus amethystinus*; breitere Raphidenschläuche fand ich bei *Hyacinthus amethystinus*, *orientalis* und *Muscari comosum*; am häufigsten sind die kürzeren, schlauchähnlichen Raphidenzellen, deren Enden etwas zugespitzt sind; im mittleren breiten Teile liegt das Raphidenbündel (Taf. III, Fig. 3). Die Länge der Raphidenzellen ist im oberen Teile des Schaftes gleich oder etwas größer als im Blatte; im unteren Teile des Schaftes treten häufiger die kürzeren Formen auf. Während ich im Schafte aller Scilleen raphidenführende Zellen fand, konnte ich bei den Tulipeen nirgends solche nachweisen.

Vielfach treten noch in den Zellen des Stammes ebensolche Inhaltskörper wie im Blatt auf: gelbe, harzartige, braune und licht- bis dunkelgrüne, wahrscheinlich gerbstoffähnliche Substanzen.

2. Anatomie des unterirdischen Stammes.

A. Allgemeiner Teil.

Der unterirdische Stamm ist mit Ausnahme von *Lloydia* bei allen untersuchten Arten als Zwiebel ausgebildet. *Lloydia* besitzt ein orthotropes und demgemäß auch radiär gebautes Rhizom. Dieses fungiert wie die Zwiebel als Speicher für Reservestoffe, und zwar finden sich in den oft stark schleimhaltigen Parenchymzellen der Rhizomachse von *Lloydia* und der Zwiebelschuppen der übrigen Gattungen zahlreiche Stärkekörner von vorwiegend großer, rundlicher bis ellipsoidischer Gestalt; sie sind oft in den der Oberfläche näher gelegenen Zellen kleiner, gegen innen zu größer. Der Zwiebelkuchen besteht aus einem parenchymatischen Grundgewebe, das ziemlich unregelmäßig von teils konzentrischen, größtenteils aber kollateralen Gefäßbündeln durchzogen wird; es kommen spiralförmig, ringförmig und netzfaserförmig verdickte Gefäße, beziehungsweise Tracheiden vor. Vielfach treten Anastomosen auf. Bei den Scilleen finden sich in Übereinstimmung mit dem Schafte auch im Zwiebelkuchen Raphiden, und zwar sind die raphidenführenden Zellen nicht schlauchförmig, sondern mehr tonnenförmig ausgebildet (Taf. III, Fig. 5 und 7), manchmal mehrere übereinanderliegend, was in der Wurzel sehr häufig der Fall ist (Taf. III, Fig. 4).

B. Spezieller Teil.

a) Anatomie des Rhizomes von *Lloydia serotina* (L.) Rchb.

Die äußerste, das Hautsystem bildende Zellschichte kollabiert mit dem Heranwachsen des Rhizoms sehr bald und verkorkt; an sie schließen sich dann gegen innen zu größer werdende, parallel zur Peripherie gestreckte, dünn-

wandige, verkorkte Zellen an. Dieses oberflächlich gelegene Gewebe übernimmt die Funktion des Schutzes des unterirdischen Stammes; in diesem Gewebe liegen auch, durch dasselbe geschützt, die Anlagen der jungen Wurzeln; es folgen dann eine oder mehrere Reihen stark verdickter Zellen, die einen mechanischen Ring bilden; an diesem liegen die kollateralen Gefäßbündel, und zwar zu äußerst das zartwandige Leptom, nach innen zu das Hadrom; dieses besteht größtenteils aus Spiralgefäßen, welche in mehreren übereinanderliegenden, sich in der Querrichtung, d. i. parallel zur Oberfläche erstreckenden Reihen angeordnet sind. Das übrige Gewebe des Rhizoms ist parenchymatisch ausgebildet. Manchmal liegen auch in diesem noch Gefäßbündel in unregelmäßiger Anordnung.

b) Anatomie der Zwiebel.

Während im Rhizom die Stärkespeicherung in der Stammachse erfolgt, findet sie bei den unterirdischen Stämmen der übrigen Gattungen in den Zwiebelschuppen statt; die Achse selbst weist keine Stärkekörner auf. An der Stelle, wo der oberirdische Stamm in den unterirdischen übergeht, liegen die Gefäßbündel dichter gedrängt. Nach Falkenberg stimmt der Verlauf der Blattspurstränge in der Zwiebel mit dem im oberirdischen Teil der Pflanze nicht überein; er hat für die Zwiebel einen eigenen Typus (Palmentypus Mohl-Mirbels) aufgestellt; obwohl bei den von mir untersuchten Arten einerseits infolge des starken Schleimgehaltes der Zellen, andrerseits infolge der zahlreichen Anastomosen vielfach das Verfolgen des Strangverlaufes ziemlich schwierig war, so konnte ich doch im wesentlichen den von Falkenberg beschriebenen Verlauf feststellen; die Stränge des oberirdischen Stammes setzen sich an die aus den Blättern des unterirdischen Stammes in diesen fast horizontal eintretenden Stränge an; diese Blattspurstränge verlaufen dann nach abwärts bis in die oberflächlichen Schichten. In der Mitte des unterirdischen Stammes sind die Gefäßbündel dicht gedrängt, oft durch Anastomosen verbunden; weiter oben treten dann die Gefäßbündel, die sich an

die Blattspurstränge ansetzen, allmählich in der für den oberirdischen Stamm charakteristischen Weise auseinander.

Die Zwiebelschuppen[1] fungieren als Stärkespeicher; bei einigen Arten umhüllen die äußeren Zwiebelschuppen als vertrocknete braune Häute, deren Zellen kollabiert sind, die inneren, stärkespeichernden.

Ein Querschnitt durch eine stärkespeichernde Zwiebelschuppe läßt an der morphologischen Unterseite eine Epidermis mit stärker verdickten, an der Oberseite eine mit schwächer verdickten Außenwänden unterscheiden. Die Seiten- und Innenwände sind unverdickt. Die Epidermiszellen sind (im Querschnitt) stets breiter als hoch und werden an den Stellen, wo knapp unterhalb Raphidenzellen auftreten, noch niedriger.

Die Schneide des Schuppenrandes wird durch die beiden sich berührenden Epidermisschichten gebildet.

Unweit des Randes treten dann, ziemlich dicht an die Epidermis anschließend, parenchymatische, stärkeführende Zellen auf, deren Inhalt oft stark schleimhaltig ist; diese äußeren Zellen sind meist etwas kleiner, während die Zellen nach innen größer werden und (im Querschnitt) mehr rundliche bis ellipsoidische Gestalt annehmen. Das stärkeführende Gewebe wird durch kollaterale Gefäßbündel unterbrochen, deren nur wenige, vorherrschend Ringgefäße aufweisendes Hadrom und das stark entwickelte Leptom normal orientiert sind.

Bei den Scilleen kommen auch in den Zwiebelschuppen zahlreiche Raphiden vor; die Raphidenzellen, die hier im Längsschnitt längsgestreckt, im Querschnitt rund sind, liegen teils im inneren Gewebe zerstreut, teils ziemlich regelmäßig in der Zellschichte unterhalb der Epidermis, wie bei der Gattung *Scilla*, *Chionodoxa* und *Puschkinia*. Seltener sind in den Zwiebelschuppen schlauchförmige Raphidenbehälter; ich fand solche nur in den Zwiebeln der *Ornithogalum*-Arten; die häufigste Gestalt der Raphidenzellen in der Zwiebel ist die tonnenförmige (Taf. III, Fig. 7) oder etwas längsgestreckte

[1] Thilo Irmisch, Zur Morphologie der monokotylischen Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin, 1850.

(Taf. III, Fig. 5). Manchmal findet man im Längsschnitt durch eine Zwiebelschuppe mehrere solche tonnenförmige Zellen in der schon erwähnten Weise übereinander angeordnet. Die Raphiden selbst sind etwas kleiner als im Schafte.

III. Anatomie der Wurzel.

Die Zellen des stets dünnwandigen Epiblems sind parallel zur Wurzelachse gestreckt und meist nach außen etwas vorgewölbt. An das Epiblem schließt sich die Exodermis dicht an, eine Schichte ziemlich großer Zellen mit etwas stärkeren Wandungen, keine Intercellularräume bildend. Die folgenden Zellreihen sind parenchymatisch, locker angeordnet und bilden die Rinde; bei allen Tulipeen (mit Ausnahme von *Fritillaria*) und von den untersuchten Gattungen der Scilleen bei *Albuca*, *Galtonia*, *Eucomis*, *Camassia* und *Dipcadi* kommt es zwischen Rinde und dem stoffleitenden zentralen Teile der Wurzel zur Ausbildung einer mehr oder minder starken Schutzscheide, welche einerseits einen vorzeitigen Austritt der in den Gefäßbündeln geleiteten Stoffe verhindert, andrerseits der Wurzel einen mechanischen Schutz gewährt. Die Zellen dieser ringförmigen Schutzscheide sind meist c-förmig verdickt, besonders stark an der Innenwand, während die Radialwände wenig, die äußeren Wände fast gar nicht verdickt sind. Seltener sind diese Zellen allseitig ungefähr gleich stark verdickt (*Galtonia* und *Eucomis*, Taf. II, Fig. 8). Zwischen diesen so verdickten, impermeablen Zellen liegen vereinzelte permeable, dünnwandige Zellen, die Durchlaßzellen, und zwar meist über den Gefäßradien. Unterhalb der Schutzscheide liegt das einschichtige Pericambium, welches das ganze radiale Gefäßbündel der Wurzel umgibt; das Hadrom ist in radialen Platten von größerer oder geringerer Anzahl angeordnet – sie schwankt zwischen 3 und 12 —, zwischen denen das Leptom gelagert ist (Taf. II, Fig. 8*l*). In der Mitte der Wurzel stoßen die Hadromplatten entweder zusammen, wobei es oft zur Bildung eines oder zweier großer zentraler Gefäße kommt, oder es wird die Mitte von einem parenchymatischen Gewebe eingenommen; nur bei *Eucomis punctata* findet sich

an Stelle dieses inneren Gewebes ein axiler Stereomstrang, dessen bastähnliche Zellen vielfach auch zwischen die Hadromplatten eingreifen.

Wie in Blatt und Stamm treten auch in der Wurzel der Scilleen Raphiden auf, während sie bei den Tulipeen auch hier gänzlich fehlen. Die Raphidenzellen sind in der Wurzel meist tonnenförmig (Taf. III, Fig. 4), sehr häufig in Reihen übereinander angeordnet; wenn sie vereinzelt vorkommen, sind die Enden der Zellen manchmal etwas verjüngt, die Mitte, wo das Raphidenbündel liegt, ausgebaucht. Die Raphiden selbst sind hier auch etwas kleiner als im Blatt und Stamm. Schlauchförmige Raphidenzellen sind selten (*Hyacinthus amethystinus*, *Scilla hispanica*, *Eucomis punctata*).

Aus der vergleichend-anatomischen Untersuchung der Lilioideen ergeben sich folgende Resultate:

Es läßt sich eine in Blatt, Stamm und Wurzel raphidenführende Gruppe und eine Gruppe, die nirgends Raphiden aufweist, unterscheiden. Zu ersterer gehören alle von Engler unter den Scilleen vereinigten Gattungen, zu letzterer alle Gattungen der Tulipeen.

Außer diesem wichtigsten, weil wesentlichen und konstanten Unterscheidungsmerkmal der beiden Gruppen haben die vergleichend-anatomischen Untersuchungen auch noch gezeigt, daß jeder der beiden Gruppen ein gewisses eigenes Gepräge im anatomischen Bau zukommt: Die Epidermis des Stammes und besonders des Blattes der Scilleen weist vielfach an den exponiert gelegenen Stellen »Kantenzellen« auf; die Epidermiszellen sind meist nur wenig oder gar nicht vorgewölbt und bilden nie papillenförmige Fortsätze oder Haare aus. Die Radialwände der Epidermiszellen sind fast überall eben und nicht gewellt. Demgegenüber besitzen die Tulipeen keine Kantenzellen, aber oft stark vorgewölbte Epidermiszellen, die oft zu Papillen werden (*Lilium*) oder zu Haaren (*Tulipa*) auswachsen. Die Epidermiszellen besitzen vielfach gewellte

Radialwände, wodurch ein festeres Ineinandergreifen der Zellen bewerkstelligt wird.

Das Assimilationsgewebe im Blatt besteht bei den Scilleen vorherrschend aus isodiametrischen oder palisadenähnlichen Zellen; bei den Tulipeen kommen zwar auch isodiametrische Assimilationszellen vor, vorwiegend aber sind sie quer-, d. i. parallel zur Oberfläche gestreckt.

Im Stamm der Tulipeen findet sich fast überall ein Ring mechanischer (Bast-, verholzter oder collenchymatisch verdickter) Zellen; nur im Schafte von *Erythronium dens canis* sind die Zellen des Ringes gar nicht oder nur wenig collenchymatisch verdickt; bei den Scilleen, die alle einen Schaft besitzen, fehlt bei mehreren Arten der das äußere und das innere Gewebe trennende Ring; vielfach besteht er nur aus kleineren, unverdickten, eng aneinanderschließenden, die äußersten Gefäßbündel verbindenden Zellen; bei vielen tritt aber auch ein Ring mechanischer Zellen auf; auch kommen bei den Scilleen im Schafte manchmal an Gefäßbündeln mechanische Schutzhauben vor, was bei den Tulipeen nirgends vorkommt.

Die Wurzel besitzt bei allen Tulipeen mit Ausnahme von *Fritillaria* immer eine Schutzscheide, während diese vielen Gattungen der Scilleen fehlt.

Die Gefäßbündel sind bei den Tulipeen stets im mechanischen Ring oder innerhalb desselben gelegen, während bei den Scilleen auch im äußeren Gewebe verlaufende Gefäßbündel, also außerhalb des Ringes gelegene vorkommen. In der Wurzel findet sich die Anordnung der Gefäße bei den Scilleen meist in Radialplatten; bei den Tulipeen ist sie eine weniger regelmäßige.

Bei den raphidenführenden Lilioideen entstehen in Blatt und Stamm sehr oft durch Zerreißen des inneren Gewebes mächtige Hohlräume, was bei den Tulipeen sehr selten vorkommt.

Die Zahl der Spaltöffnungen ist bei den Scilleen durchschnittlich größer als bei den Tulipeen.

Bei fast allen Scilleen ist der Inhalt der meisten Zellen stark schleimhaltig, während die Zellen der Tulipeen bedeutend weniger Schleim führen.

Die angeführten Resultate der vergleichend anatomischen Untersuchung der Lilioideen erbringen den Beweis, daß die Einteilung der Lilioideen in die

Tulipeen und die Scilleen

vollkommen berechtigt ist, und widerlegen somit die Angabe R. Schulze's, »daß eine Abgrenzung der beiden Gruppen der *Tulipeae* und *Scilleae* schlechterdings unmöglich ist«.[1]

Die Untersuchungen dürften auch für eine Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Liliiflorenfamilien zueinander gute Dienste leisten.

Die vorliegende Arbeit wurde in den Semestern 1908/09, 1909 und 1909/10 im Institut für systematische Botanik (früher botanisches Laboratorium) der Universität Graz ausgeführt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Karl Fritsch, für die stets in liebenswürdigster Weise gegebenen Ratschläge als auch für die Unterstützung meiner Arbeit durch die Beschaffung von Untersuchungsmaterial meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

[1] R. Schulze, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen, Haemodoraceen, Hypoxidoideen und Velloziaceen. Engler, Bot. Jahrb., Bd. XVII, p. 366. Leipzig, 1893.

Literaturverzeichnis.

A. Engler und K. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, II. Teil. Leipzig, 1899.

R. Schulze, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Liliaceen, Haemodoraceen, Hypoxioideen und Velloziaceen. Bot. Jahrb., Bd. XVII, 1893.

G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904.

A. Tschirch, Beziehungen des anatomischen Baues zu Klima und Standort. Linnaea, Bd. IX, 1881.

A. de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig, 1877.

Joh. Hanstein, Die Milchsaftgefäße und die verwandten Organe der Rinde. Berlin, 1864.

S. Schwendener, Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen. Leipzig, 1874.

P. Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monokotylen. Stuttgart, 1876.

— Nachrichten von der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen über Untersuchungen des Gefäßbündelverlaufes bei Monokotylen. Bot. Zeitung, Leipzig, 1874.

Thilo Irmisch, Zur Morphologie der monokotylischen Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin, 1850.

Nachtrag.

Während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit erhielt ich eine mir früher entgangene Inauguraldissertation von Wilhelm G. Bädecker, »Physiologische Anatomie einiger Liliaceenblätter«, Kiel 1903, in welcher unter anderem auch der Blattbau von *Albuca fastigiata*, *Veltheimia viridifolia*, *Eucomis punctata*, *Hyacinthus orientalis*, *Scilla sibirica*, *cernua* und *amoena*, *Muscari comosum*, *Szovitzianum* und *moschatum*, *Tulipa Gesneriana* und *silvestris*, allerdings hauptsächlich vom physiologischen Gesichtspunkt aus, beschrieben wird.

Was die von mir nicht untersuchten Arten anbelangt, wäre *Veltheimia viridifolia* nach der Beschreibung Bädecker's hinsichtlich der Ausbildung des Assimilationsgewebes ebendort einzureihen wie *Veltheimia glauca* (1*a*, dorsiventrale Ausbildung des Blattes). Im inneren Gewebe, das Bädecker als Wassergewebe bezeichnet, findet sich die auch von mir bei mehreren Arten beobachtete Verbindung der Assimilationsgewebe der Blattober- und -unterseite durch chlorophyllführende Zellen. Nach der Anordnung der Gefäßbündel wäre *Veltheimia viridifolia* nicht wie *Veltheimia glauca* in die erste, sondern zweite Gruppe einzureihen.

Bei *Eucomis punctata* fand Bädecker einen von mir nicht beobachteten eigenartigen Anastomosenverlauf. *Muscari Szovitzianum* und *moschatum* stimmen mit *M. comosum*, *Scilla cernua* mit *sibirica* so ziemlich überein.

Weiters kommen folgende Abweichungen von meinen Untersuchungen vor:

Bädecker gibt an, er habe überall im Gefäßteil nur Tracheiden gefunden, während ich neben diesen auch Gefäße vorfand.

Bei *Albuca fastigiata* und *Scilla sibirica* führt er an, daß zwei Reihen von Gefäßbündeln im Blatte vorkommen, eine mittlere und eine tiefer gelegene, während ich nur eine mittlere Reihe beobachten konnte. Es dürften demnach, wie zwischen den anderen Gruppen auch Übergänge zwischen der Anordnung 1 und 2 vorhanden sein.

Bei *Hyacinthus orientalis* fand er die erste Reihe der Assimilationszellen der Blattoberseite palisadenförmig ausgebildet, während ich in dieser Reihe stets mehr oder weniger rundliche Zellen beobachtete.

Bei *Tulipa Gesneriana* bezeichnet er die Anordnung der Gefäßbündel als unregelmäßige; ich konnte *Tulipa* in die Gruppe 2 einreihen. Für *Tulipa* führt er weiters an, daß »nur ganz vereinzelt« Raphidenschläuche auftreten. Ich habe nicht nur Blätter eines, sondern mehrerer Exemplare von jeder mir vorgelegenen *Tulipa*-Art untersucht, ohne auf den zahlreichen Längs- und Querschnitten Raphidenschläuche zu finden; ebenso gibt Hanstein[1] an: »Noch andere Liliaceen, wie *Lilium* selbst, *Tulipa, Hemerocallis, Asphodelus* usw., haben bisher keine Schlauchgefäße finden lassen«. Übrigens scheint Bädecker den Raphidenbehältern weniger Aufmerksamkeit geschenkt zu haben, da er nur angibt, »überall eine mehr oder weniger längliche, elliptische Form mit abgeflachten Enden« vorgefunden zu haben.

Jedenfalls kann das nur ganz vereinzelte Auftreten von Raphiden in *Tulipa*, wonach diese dann ein Übergangsglied von den Tulipeen zu den Scilleen darstellen würde, im Vergleiche zu dem so zahlreichen, oft massenhaften Auftreten von Raphiden bei den Scilleen und in Anbetracht der sonstigen gemeinsamen Merkmale der beiden Gruppen die Berechtigung der Einteilung der *Lilioideae* in *Scilleae* und *Tulipeae* auf Grund ihres anatomischen Baues nicht beeinträchtigen.

Im übrigen stimmen im wesentlichen Bädecker's Angaben hinsichtlich der angeführten Arten mit den vorliegenden Untersuchungen überein.

[1] Dr. Joh. Hanstein, Die Milchsaftgefäße und die verwandten Organe der Rinde. Berlin 1864, p. 40.

Tafelerklärungen.

Taf. I.

Fig. 1. Teil eines Blattquerschnittes von *Scilla sibirica* in der Nähe des Blattrandes. Gegen die Mitte zu sind die Zellen locker angeordnet, so daß große Hohlräume entstehen. Assimilationszellen palisadenförmig; einzelne Zellen in der Umgebung des Gefäßbündels führen Chlorophyll. Vergr. 60fach.

Fig. 2. Teil eines Blattquerschnittes von *Hyacinthus amethystinus*; rundliche Assimilationszellen treten auf beiden Seiten auf. Vergr. 60fach.

Fig. 3. Teil eines Blattquerschnittes von *Erythronium dens canis* (Vergr. 60fach). Isolaterale Ausbildung des Blattes.

Fig. 4. Blattepidermis mit Spaltöffnung am Blatte von *Eucomis punctata*. *a)* Blattober-, *b)* Blattunterseite. *A* innere Atemhöhle.

Fig. 5. Kantenzelle der Blattepidermis von *Muscari racemosum*; *k* kappenförmige Cutinisierung. Vergr. 440fach.

Fig. 6. Blattrand von *Ornithogalum Ecklonii*. Vergr. 440fach.

Fig. 7. Spaltöffnung mit plattenförmiger Verstopfungseinrichtung von der Blattunterseite von *Albuca fastigiata*.

(Anordnung der Chlorophyllkörner in Fig. 1 bis 3 halb schematisiert.)

Taf. II.

Fig. 1. Teil eines Blattquerschnittes von *Ornithogalum pyrenaicum*. Vergr. 60fach. Anordnung der Chlorophyllkörner halb schematisiert.

Fig. 2 und 3. Spaltöffnung mit projektilartiger Verstopfungseinrichtung: 2 von der Blattoberseite von *Albuca fastigiata*, 3 von der Blattunterseite von *Muscari racemosum*.

Fig. 4. Spaltöffnung von *Ornithogalum pyrenaicum*. Vergr. 460fach.

Fig. 5. Spaltöffnung von *Urginea maritima* (Blattoberseite). Vergr. 460fach.

Fig. 6. Spaltöffnung von *Lilium tigrinum* (Blattunterseite). Vergr. 460fach.

Fig. 7. Spaltöffnung von *Tulipa silvestris* (Blattoberseite). Vergr. 460fach.

Fig. 8. Querschnitt durch die Wurzel von *Eucomis punctata*; *s* Schutzscheide, *d* Durchlaßzellen, *b* axiler Stereomstrang, *l* Leptom, *h* Hadrom, *p* Periblem. Vergr. 460fach.

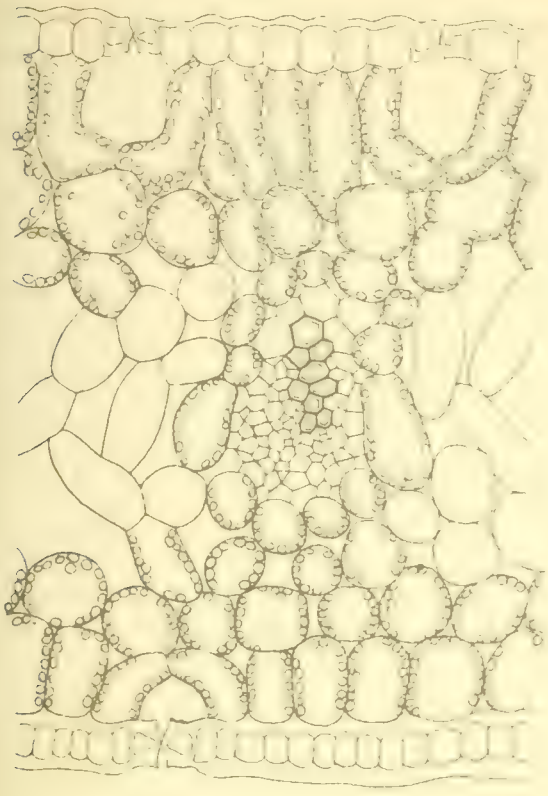
Taf. III.

Fig. 1. Raphidenschlauch von *Urginea maritima* (Blatt).

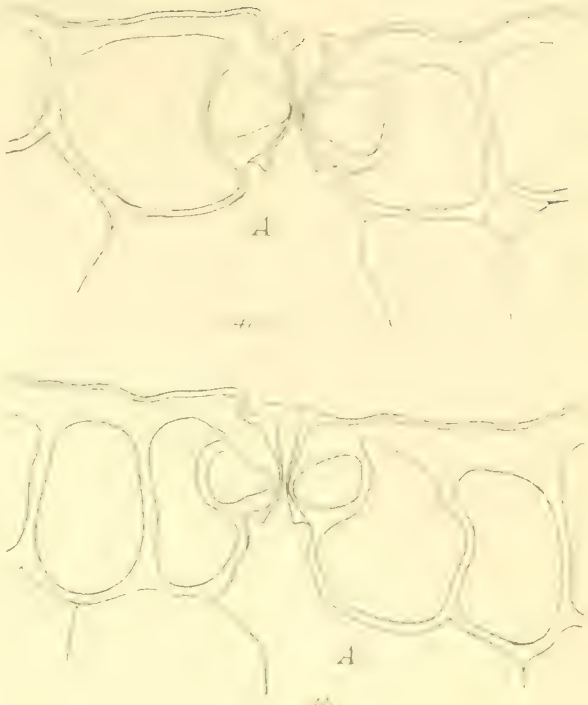
Fig. 2. Breiter Raphidenschlauch von *Hyacinthus amethystinus* (Blatt).

Fig. 3. Langgestreckte Raphidenzelle aus dem Schafte von *Muscari botryoides*.
Fig. 4. Reihig angeordnete Raphidenzellen aus der Wurzel von *Muscari botryoides*.
Fig. 5. Raphidenzelle aus der Zwiebel von *Muscari botryoides*.
Fig. 6. Raphidenzellen aus dem Blatte von *Camassia esculenta*.
Fig. 7. Raphidenzelle aus der Zwiebel von *Camassia esculenta*.
Fig. 8. Querschnitt durch ein Stück Schaftepidermis von *Eucomis punctata*. Cuticula gewellt, oft leistenförmige Vorsprünge bildend.
Fig. 9. Haarähnliche Epidermisanhänge am Stengel von *Lilium tigrinum*.
Fig. 10. Haar am Stengel von *Tulipa Gesneriana*.

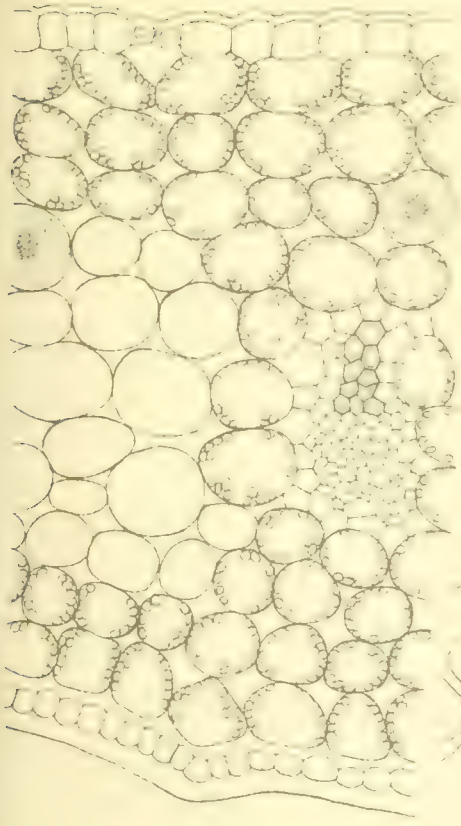
Fig. 1 bis 7 620fache, Fig. 8 bis 10 460fache Vergr.



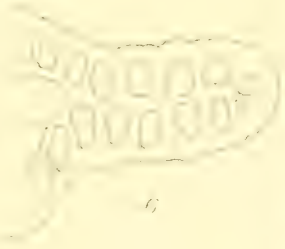
1.



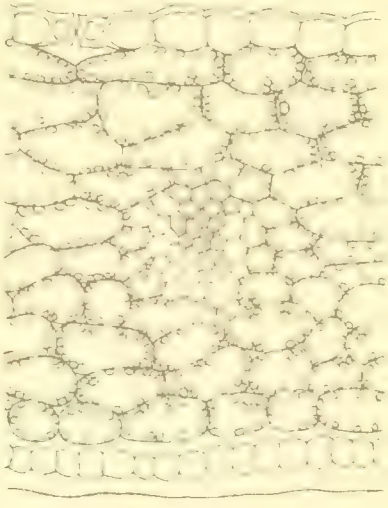
4.



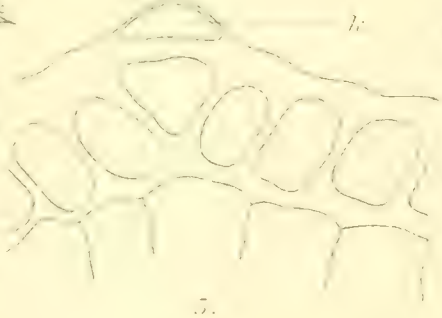
2



6



3

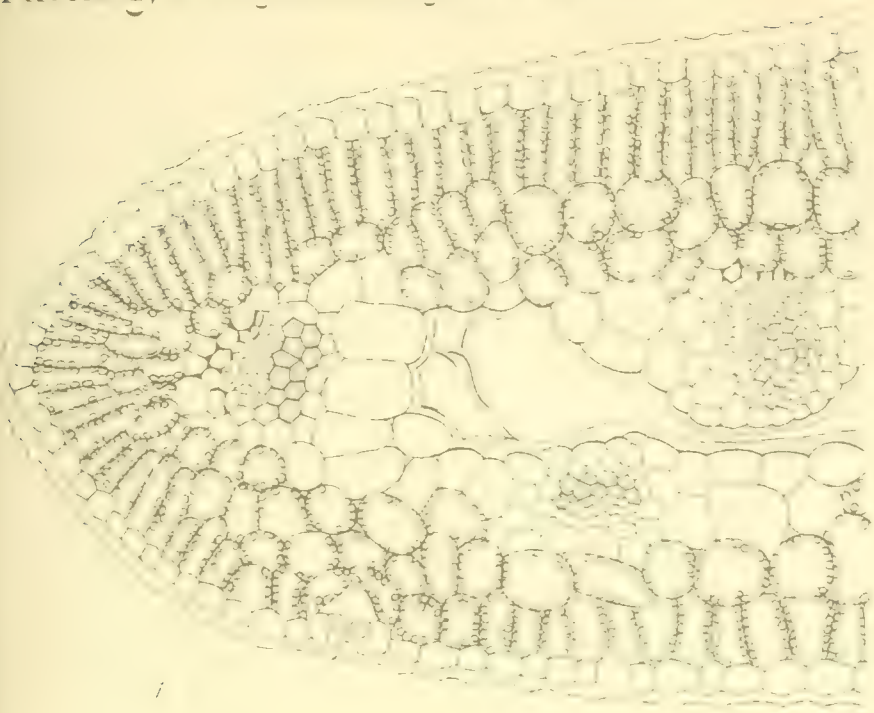


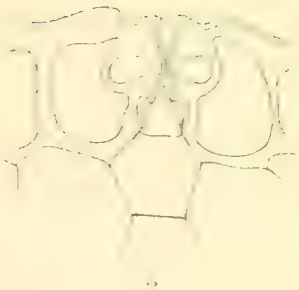
5.

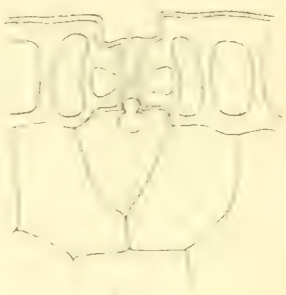
7

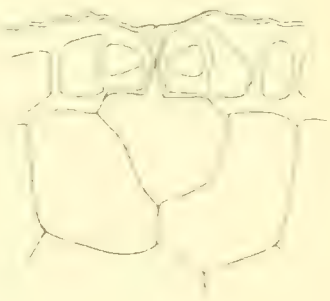
Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

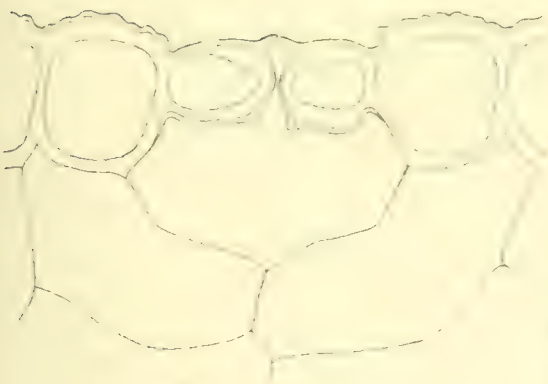
Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math. naturw. Klasse, Bd. CXX, Abt. I, 1911.

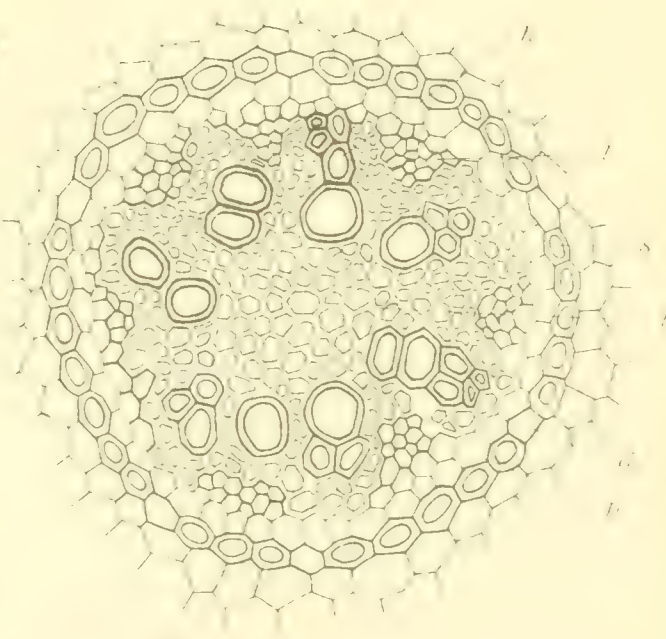


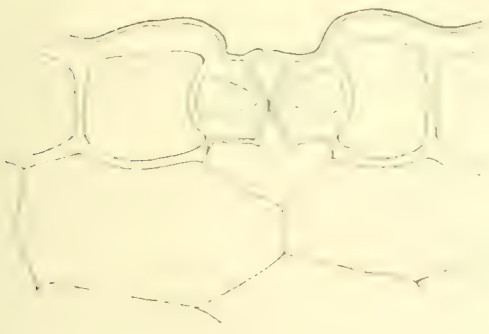




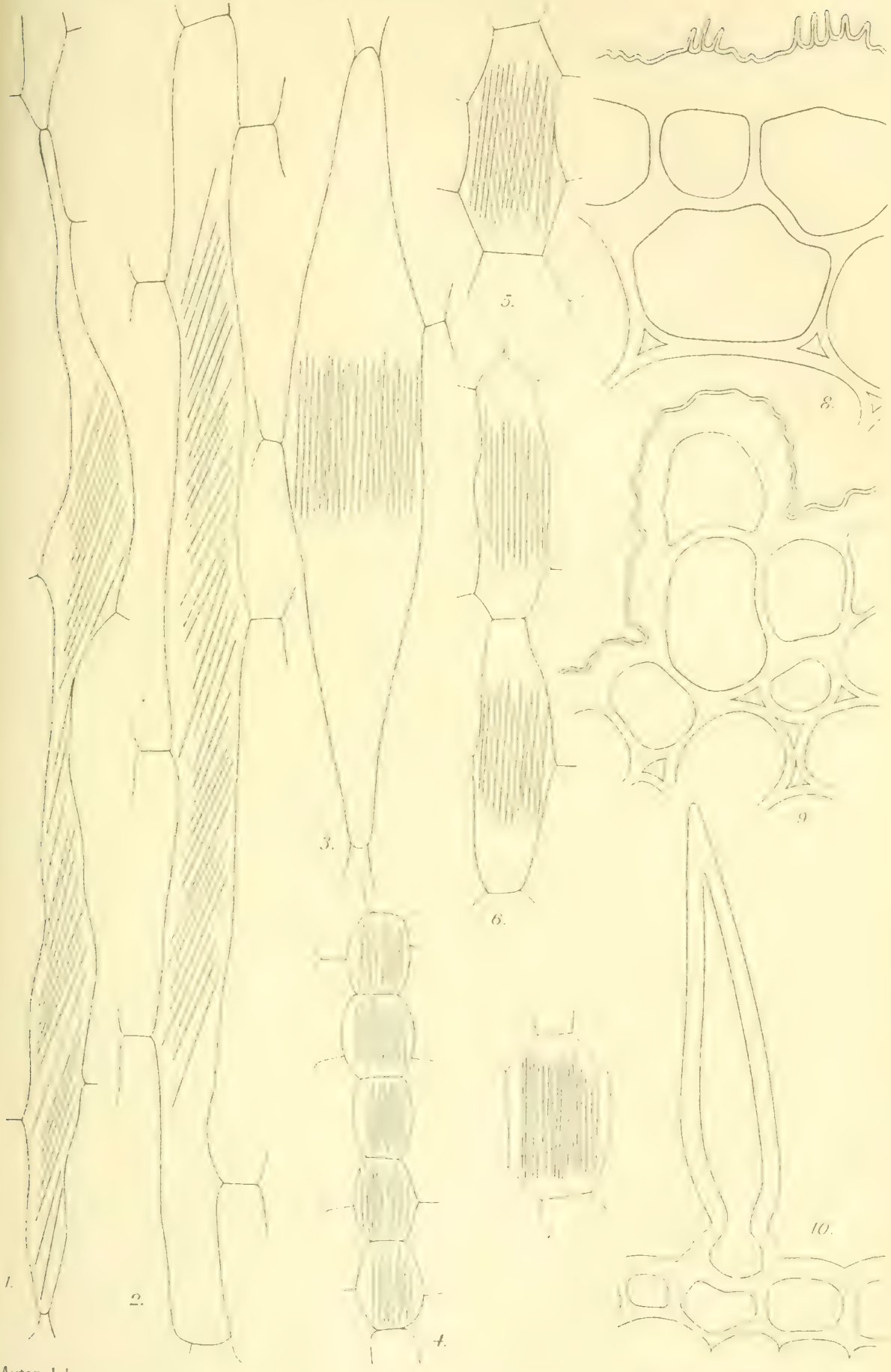








Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Wirkung verschiedener Lichtintensität und Belichtungsdauer auf das Längenwachstum etiolierter Keimlinge

von

Helene Jacobi.

Aus der biologischen Versuchsanstalt in Wien.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juli 1911.)

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß Licht auf das Wachstum der Pflanzen im allgemeinen retardierend wirkt. Wiesner,[2] Pfeffer[3] u. a. erörtern diese Tatsache an verschiedenen Orten. Während aber manche Wachstumsvorgänge, welche durch das Licht hervorgerufen und beeinflußt werden, wie z. B. Heliotropismus, einer vielfachen und sorgfältigen Untersuchung unterzogen wurden, liegen nur wenige Arbeiten über die Einwirkung von künstlichem Licht auf das Längenwachstum der Pflanzen speziell vor. Bei diesen Arbeiten wird zumeist Licht von großer Intensität verwendet, wie unter anderem bei denen von Bonnier.[4] Dort, wo sonst noch der retardierenden Wirkung des Lichtes Erwähnung geschieht, kommt meist nur der Einfluß des Tageslichtes in Betracht.

Zum Zwecke exakter Untersuchungen muß die Anzahl der einwirkenden Faktoren auf eine geringe beschränkt werden.

[1] Diese Arbeit wurde über Anregung des Herrn L. v. Portheim ausgeführt.

[2] J. Wiesner, Anatomie und Physiologie der Pflanzen, V. Aufl., p. 316.

[3] W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., II. Bd., p. 96 ff.

[4] E. Bonnier, Influence de la lumière électrique continue etc. Revue générale de botanique, 1895, T. VIII.

Die Faktoren selbst sollen nicht komplex und möglichst meßbar sein. Diese Förderungen treffen bei längerer Exponierung der Pflanze im Tageslicht nicht zu. Wenn dennoch zwei Versuchsreihen, welche mit Hilfe des Tageslichtes ausgeführt wurden, jetzt verwertet werden sollen, so hat dies nur orientierenden Zweck.

Erste und zweite Versuchsreihe.

Nach einigen Vorversuchen mit verschiedenen Arten gelangten etiolierte Keimlinge von *Phaseolus vulgaris* und *Triticum vulgare* zur Verwendung. Die Samen wurden im Warmhaus in Töpfen mit Erde unter einem Dunkelsturz zur Keimung gebracht. Dort verblieben die Keimlinge, bis sie die geeignete Größe erreicht hatten, was durch Vorversuche ermittelt worden war. Nur jene, welche beiläufig gleiche Länge hatten, kamen zur Verwendung. Die Beobachtung erstreckte sich bloß auf jenen meßbaren Pflanzenteil, welcher zuerst aus der Erde kommt, also bei *Phaseolus* auf das Hypokotyl, bei *Triticum* auf die Coleoptile und das erste Blatt.

Sieben bis zehn Töpfe mit etiolierten Keimlingen von möglichst gleicher Größe wurden um 7 Uhr abends (März bis April) in eine Kiste übertragen, welche im Warmhaus so aufgestellt war, daß nur Nordlicht Zutritt hatte. Um eine nahezu gleiche Feuchtigkeit wie die unter dem Dunkelsturz zu erhalten, wurden die Keimlinge mit einer Glaswanne bedeckt. Alle verwendeten Keimlinge wurden am Beginne des Versuches mit Millimeterpapier gemessen. Am folgenden Tage und so täglich weiter kam je ein Topf wieder unter den Dunkelsturz zurück. Dieses sowie die fernere Messung aller Keimlinge geschah täglich zu der oben genannten Stunde.

Die Resultate der Versuche mit *Phaseolus* und *Triticum* im Tageslicht sind in Tabelle 1 und 2 zusammengestellt. Die Tabellen zeigen in der linken Hälfte die Länge des gemessenen Pflanzenglieds, und zwar die Durchschnittslängen aller in einem Kulturgefäß befindlichen Keimlinge. In der rechten Hälfte stehen die Wachstumsintensitäten, d. i. der Quotient aus der an einem Meßtage erhaltenen Länge zu der des vorhergehenden Tages.

Die Kurven, Fig. 1 und 2, sind nach den in Tabelle 1 und 2 angegebenen Daten konstruiert. Ihre nähere Erläuterung erfolgt weiter unten.

Die Versuche ergeben, daß im allgemeinen die dem Licht am längsten ausgesetzten Pflanzen nachher im Dunkeln die

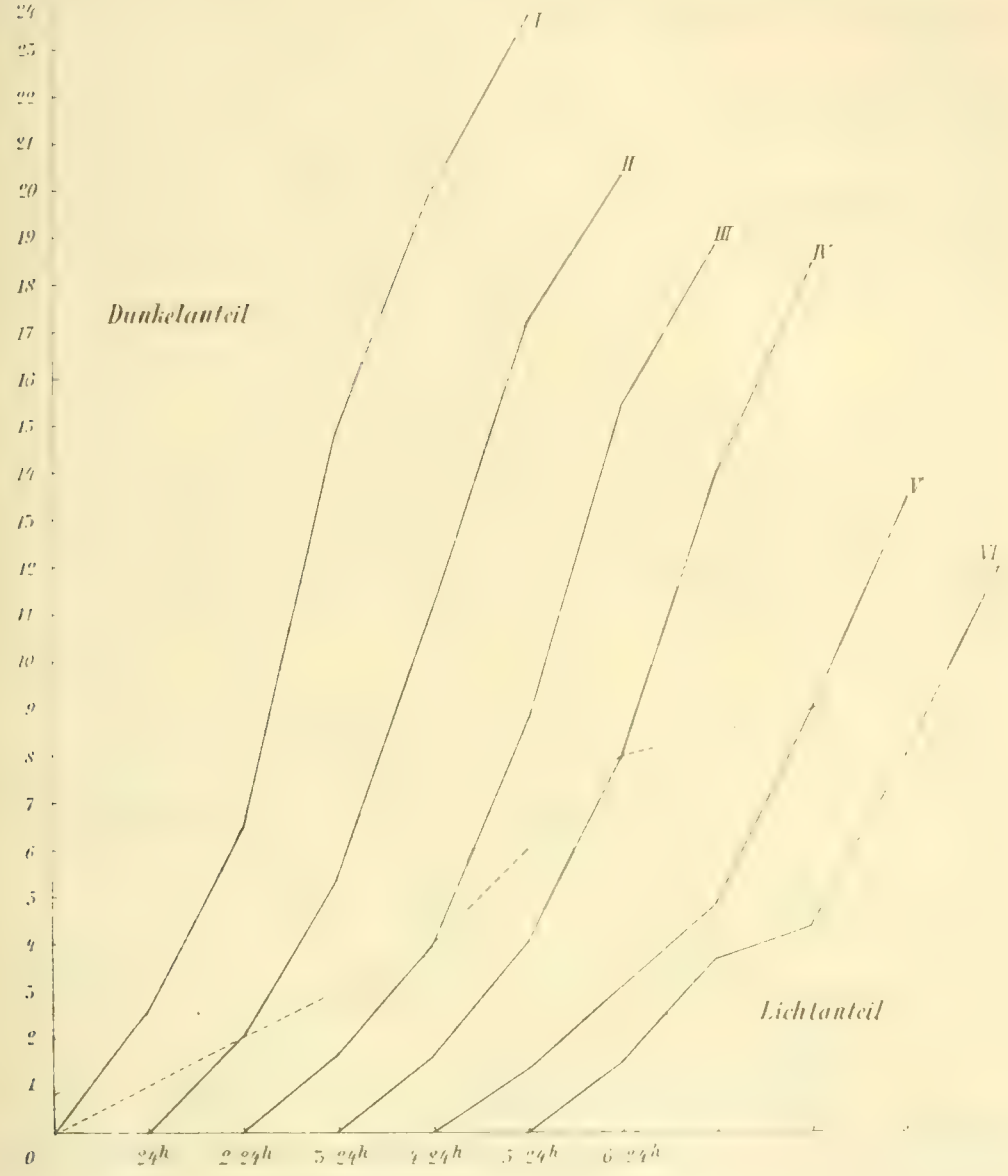


Fig. 1.

Wachstumskurven nach Tabelle 1 (*Phaseolus vulgaris*).

kürzesten werden. Doch zeigt eine Linie, welche die Endpunkte der Kurven des Längenwachstums verbinden würde, einen wellenförmigen Verlauf. Ferner besitzen bloß die durch kürzere Zeit belichteten Keimlinge, wenn sie wieder unter den

Dunkelsturz gebracht werden, eine geringere Wachstumsintensität als die Kontrollpflanzen. Die durch mehrere Tage beleuchteten Keimlinge zeigen jedoch, zumeist schon vom zweiten Tag an, eine stärkere Wachstumsintensität als die Dunkelpflanzen.

Die Kurven in Fig. 1 und 2 kamen auf folgende Weise zustande: Als Ordinate erscheint die Länge der belichteten

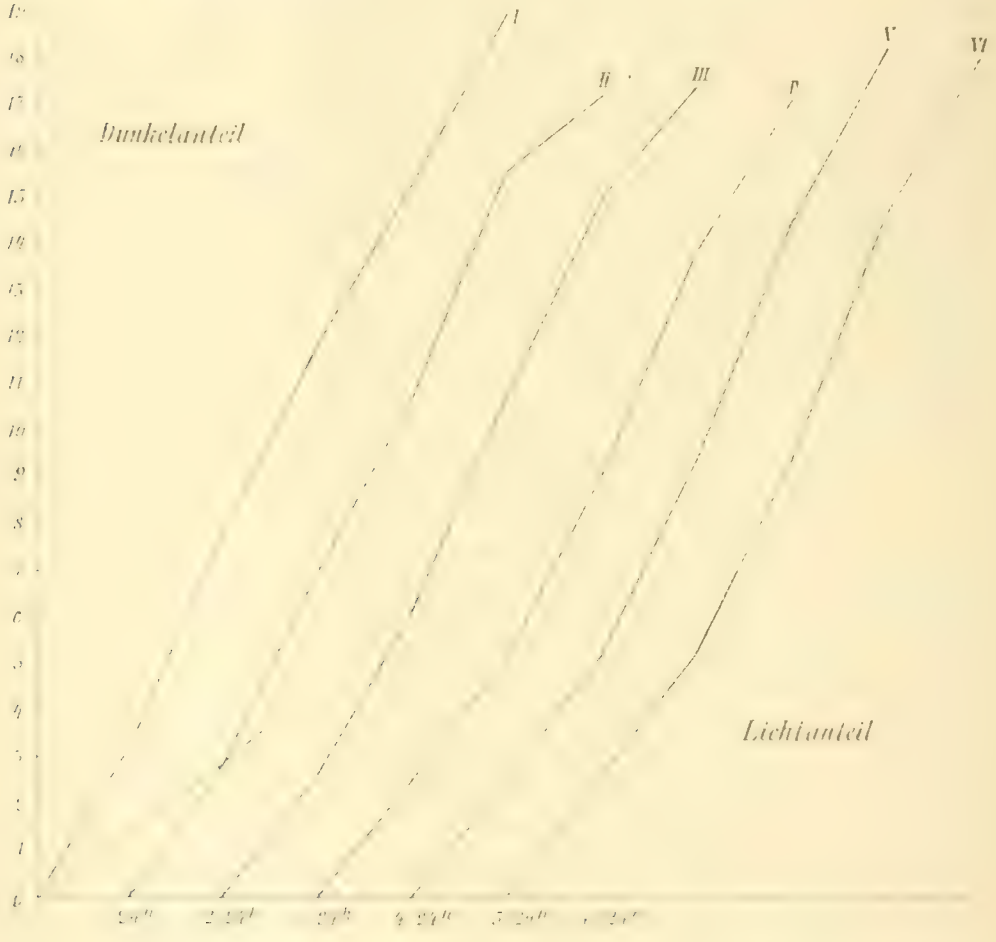


Fig. 2.
Wachstumskurven nach Tabelle 2 (*Triticum vulgare*).

Pflanzenteile in Zentimetern, als Abszisse die Belichtungszeiten. Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurden alle Kurven in das Koordinatensystem der Dunkelpflanze, d. i. Kurve I, eingetragen. Die Kurven selbst sind folgende:

Kurve I veranschaulicht das Längenwachstum der Dunkelpflanze;

Kurve II das Längenwachstum der 24 Stunden belichteten und dann im Dunkeln weiter kultivierten Pflanze;

Kurve III das der 2×24 Stunden belichteten und dann im Dunkeln weiter kultivierten Pflanze;

Kurve IV das der 3×24 Stunden belichteten und dann im Dunkeln weiter kultivierten Pflanze;

Kurve V das der 4×24 Stunden belichteten und dann im Dunkeln weiter kultivierten Pflanze;

Kurve VI das der 5×24 Stunden belichteten und dann im Dunkeln weiter kultivierten Pflanze.

Die strichlierten Linien bezeichnen die Grenze zwischen dem Wachstum im Licht und dem im Dunkeln. Die Kurven rechts von der strichlierten Linie veranschaulichen das Wachstum der Keimlinge im Licht, während die Kurven links von dieser Linie das Wachstum der Keimlinge (nach vorhergegangener Belichtung) im Dunkeln darstellen.

Dieses ungleiche Verhalten der Keimlinge mag auf den verschiedenen Verbrauch der Reservestoffe, beziehungsweise verschieden starke Assimilation zurückzuführen sein. Doch können auch andere Umstände dabei eine Rolle spielen, z. B. die schwankende Lichtintensität, ferner die ungleichen Temperaturverhältnisse im Warmhause und auch noch andere Faktoren.

Um die Untersuchungen genauer zu gestalten, d. h. unabhängiger von so vielfachen Einflüssen, wurden die weiteren Experimente mit Hilfe des künstlichen Lichtes ausgeführt.

Die Versuchsanstellung war folgende:

Die Kulturgefäße waren unter Dunkelstürzen in der Dunkelkammer der Anstalt untergebracht. Als Lichtquelle dienten Kohlenfadenlampen. Innen weiße, außen dunkle Schirme ermöglichten die volle Ausstrahlung des Lichtes der Lampen nach der einen, möglichste Abblendung nach der anderen Seite. Die erwünschte Lichtstärke wurde entweder mittels Glühbirnen von bestimmter Intensität in 1 *m* Distanz oder durch Vergrößerung der Entfernung des Objektes von der Lichtquelle erzielt.

Die Messung der Keimlinge erfolgte vor und nach der Beleuchtung und dann jeden folgenden Tag zur selben Stunde bei rotem Licht; später in großer Entfernung von schwachem

Tabelle 1.

Phaseolus vulgaris: Einwirkung von Tageslicht.[1]

Zahl der verwendeten Keimlinge	Der Anbau erfolgte am	Versuchstag	Datum	Länge der Hypokotyle in Zentimetern						Wachstumsintensitäten					
				Dauer der Exponierung im Licht in Stunden											
				Dunkelpflanze 0	24	2×24	3×24	4×24	5×24	0	24	2×24	3×24	4×24	5×24
5 per Kulturgefäß	24./4.	1.	29./4.	0·78	0·78	0·66	0·84	0·58	0·62	—	—	—	—	—	—
		2.	30.	2·50	2·04*	1·48	1·68	1·40	1·44	3·20	**2·62**	2·71	2·00	2·41	2·36
		3.	31.	6·62	5·32	4·00*	4·06	3·22	3·65	2·65	2·56	**2·70**	2·42	2·30	2·53
		4.	1./5.	14·78	11·14	8·70	8·16*	4·82	4·36	2·22	2·16	2·17	**2·05**	1·50	1·19
		5.	2.	19·86	17·16	15·54	14·00	8·94*	7·76	1·35	1·54	1·79	1·72	**1·85**	1·78
		6.	3.	23·76	20·34	18·92	18·50	13·44	12·02	1·19	1·19	1·19	1·22	1·32	1·51

[1] Es wurden 6 Versuche mit 210 Keimlingen aufgestellt.

* Schluß der Lichtexponierung; die zugehörigen Wachstumsintensitäten sind fett gedruckt. Die Zahlen, welche auf die mit * bezeichneten und fett gedruckten Zahlen folgen, sind diejenigen der im Dunkeln weiter kultivierten Pflanzen. Diese Bemerkungen beziehen sich auch auf die nächste Tabelle.

Tabelle 2.

Triticum vulgare: Einwirkung von Tageslicht.[2]

Zahl der verwendeten Keimlinge	Der Anbau erfolgte am	Versuchstag	Datum	Länge der Coleoptile+erstem Blatt in Zentimetern						Wachstumsintensitäten					
				Dauer der Exponierung im Licht in Stunden											
				Dunkelpflanze 0	24	2×24	3×24	4×24	5×24	0	24	2×24	3×24	4×24	5×25
10 per Kulturgefäß	14./2.	1.	18./2.	0·69	0·70	0·66	0·72	0·67	0·70						
		2.	19.	3·33	2·61*	2·49	2·51	2·38	2·63	4·82	**3·72**	3·77	3·50	3·55	3·61
		3.	20.	7·26	6·92	6·12*	5·18	5·08	5·22	2·18	2·69	**2·45**	2·06	2·13	1·99
		4.	21.	11·62	10·59	10·71	8·98*	9·35	9·44	1·60	1·53	1·75	**1·73**	1·84	1·81
		5.	22.	15·30	15·45	14·85	13·64	14·55*	14·48	1·31	1·45	1·38	1·51	**1·38**	1·86
		6.	23.	18·80	17·09	17·26	16·86	18·00	17·75	1·22	1·10	1·16	1·23	1·24	1·22

[2] Es wurden 5 Versuche mit 350 Keimlingen gemacht.

gelben Licht, das, wie ich mich überzeugte, ohne weiteren Einfluß war.

Die Temperatur in der Dunkelkammer schwankte zwischen 16 bis 20° C. Sie stieg bei der Lichtintensität von 100 Normalkerzen in einer Entfernung von 1 *m* z. B. von 20 auf 22°. Auf eine Vorrichtung zwecks Wärmeabsorption wurde verzichtet.

Die Feuchtigkeit des Raumes erwies sich als konstant, sie betrug im Mittel 49%. Bei Beginn des Versuches wurden die Töpfe mit den Keimlingen auf dem Experimentiertisch in bestimmter Entfernung vor den Lampen aufgestellt.

3. Versuchsreihe.

Lichtstärke 0·55 bis 100 Normalkerzen.

Dauer der Beleuchtung: 2 Stunden.[1]

Versuchspflanze: *Phascolus vulgaris*. (Tabelle 3, 4 und 5.)

Bei einer Lichtintensität von 100 Normalkerzen oder weniger bis zu 25 Normalkerzen wird das Längenwachstum der beleuchteten Keimlinge im Dunkeln im Vergleich zu dem der Dunkelpflanzen verzögert. Beträgt die Intensität aber 25 Normalkerzen oder noch weniger, so tritt das Gegenteil ein: die beleuchteten Keimlinge haben eine stärkere Wachstumsintensität als die Dunkelpflanzen.

Daß viele Pflanzen schon bei schwacher Beleuchtung Etiolementerscheinungen zeigen, ist bekannt. Pfeffer[2] erwähnt diese Tatsache, ebenso Wiesner.[3]

Tabelle 3, 4 und 5 sind ähnlich angeordnet wie die früheren. In Tabelle 3 sind nur die Längen des 1. und 2. Meßtages, also nur eine Reihe der Wachstumsintensitäten angegeben. Tabelle 4 und 5 zeigen den Versuchsverlauf durch einige Zeit bei Einwirkung von 100 Normalkerzen, beziehungsweise bei 1·25 Normalkerzen. Aus den Daten dieser Tabellen geht hervor, daß, falls die Beleuchtung eine starke war, sie oft ein

[1] Die Belichtungsdauer von 2 Stunden sei vorerst aus den verschiedenen Versuchen herausgegriffen.

[2] Pfeffer, a. a. O., p. 113, 117.

[3] J. Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen, 1907, p. 259.

dauerndes Zurückbleiben der Länge des Organes verursachte, d. h. die Verzögerung wurde fixiert. War aber die verwendete Lichtintensität eine geringe (25 Normalkerzen und darunter), so erschien die Pflanze gewöhnlich dauernd länger. Manchmal aber erfolgte schon am dritten Meßtage ein Ausgleich der Längen den Dunkelpflanzen gegenüber.

4. Versuchsreihe.

Lichtstärke 100 Normalkerzen.

Dauer der Beleuchtung: 15 Sekunden bis 12 Stunden.

Entfernung von der Lichtquelle: 1 *m*.

Versuchspflanzen: *Phaseolus vulgaris, Triticum vulgare, Sinapis alba.* (Tabelle 6, 7, 8, 9, 10.)

Alle Versuche dieser Reihe wurden bei einer Intensität von 100 Normalkerzen in 1 *m* Distanz ausgeführt; die Dauer der Beleuchtung jedoch war eine wechselnde. Es wurden Beleuchtungszeiten von 12 Stunden bis zu 15 Sekunden herab angewendet.

Über die Versuchsanstellung sei dem schon früher Ausgeführten folgendes hinzugefügt: Die etiolierten Keimlinge wurden bei schwacher roter Beleuchtung oder bei dem Lichte einer gewöhnlichen Glühlampe von geringer Intensität, aus dem Dunkelsturz in einen leicht verschließbaren schwarzen Kasten gebracht. Der Kasten stand auf dem Experimentiertisch hinter den Lampen. Das Licht zweier Lampen von je 50 Normalkerzen Stärke war durch die Schirme vom Kasten abgewendet und fiel voll auf die in 1 *m* Distanz stehenden Keimlinge, welche dem Kasten entnommen worden waren.

Beginn und Schluß der Beleuchtung erfolgte entweder durch Auf-, beziehungsweise Abdrehen der Lampen oder es wurden die Pflanzen durch Verschließen des Topfes in einem handlichen schwarzen Pappkästchen der Belichtung entzogen.

Versuchspflanze war vorerst wieder *Phaseolus vulgaris.* Das Längenwachstum dieser Keimlinge zeigte bei einer Beleuchtung von 12 Stunden bis zu einer Minute Dauer im Dunkeln wieder eine Verzögerung im Vergleiche zur dauernd verdunkelten Pflanze. Wird die Einwirkungszeit weiter herabgesetzt auf

Tabelle

Phaseolus vulgaris.[1] Lichtstärke 100 Normalkerzen bis

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Länge der Hypokotyle in Zenti-								
				Lichtintensität in								
				100	75	66	50	25	21	10	5	1·25
5 per Kulturgefäß	X.	1.	28./12.	1·50*	1·55	—	1·36	1·52	—	—	—	—
		2.	29.	2·10	2·22	—	2·10	2·47	—	—	—	—
	XXV.	1.	13.	—	—	1·66	—	—	—	—	—	—
		2.	14.	—	—	2·20	—	—	—	—	—	—
	XXIV.	1.	24.	—	—	—	—	—	1·57	—	—	—
		2.	25.	—	—	—	—	—	4·70	—	—	—
	XVIII.	1.	7.	—	—	—	—	—	—	1·84	—	—
		2.	8.	—	—	—	—	—	—	3·28	—	—
	XXIX.	1.	9.	—	—	—	—	—	—	—	1·65	1·70
		2.	10.	—	—	—	—	—	—	—	3·05	3·64

* Die erste Ziffernreihe zeigt die Länge vor der Belichtung, die zweite

[1] Es wurden 32 Versuche mit 500 Keimlingen aufgestellt.

Tabelle 4.

Phaseolus vulgaris. 100 Normalkerzen. 2 Stunden belichtet. Durch 9 Tage beobachtet.

Versuchstag	Datum	Länge in *cm*		Wachstumsintensität	
		Dunkelpflanze	100 Normalkerzen	Dunkelpflanze	100 Normalkerzen
1.	4./4.	1·96	1·56	—	—
3.	6.	8·84	6·08	4·05	3·75
5.	8.	16·48	17·10	1·96	2·84
7.	10.	19·14	17·68	1·23	1·04
9.	12.	19·31	19·04	1·01	1·08

3.

0·55 Normalkerzen. Dauer der Beleuchtung 2 Stunden.

metern	Wachstumsintensitäten											
Normalkerzen												
0·55	Dunkelpflanze 0	100	75	66	50	25	21	10	5	1·25	0·55	0
—	1·64											
—	2·62	1·40	1·43	—	1·55	1·63	—	—	—	—	—	1·57
—	1·60											
—	3·00	—	—	1·33	—	—	—	—	—	—	—	1·94
—	1·54											
—	2·90	—	—	—	—	—	3·00	—	—	—	—	1·88
—	1·88											
—	3·10	—	—	—	—	—	—	1·78	—	—	—	1·64
1·76	1·80											
3·60	3·26	—	—	—	—	—	—	—	1·85	2·14	2·05	1·81

die Länge 24 Stunden nach der Belichtung.

Tabelle 5.

Phaseolus vulgaris. 1·25 Normalkerzen. 2 Stunden belichtet. Durch 7 Tage beobachtet.

Versuchstag	Datum	Länge in *cm*		Wachstumsintensität	
		Dunkelpflanze	100 Normalkerzen	Dunkelpflanze	100 Normalkerzen
1.	9./11.	1·12	1·30	—	—
2.	10.	1·58	2·28	1·51	1·75
3.	11.	2·48	3·18	1·57	1·39
5.	13.	7·32	7·58	2·95	2·39
7.	15.	15·20	16·40	2·10	2·11

Tabelle 6.

Phaseolus vulgaris. Lichtstärke 100 Normalkerzen. Dauer der Beleuchtung 12 Stunden bis 15 Sekunden. Distanz 1 *m*.

Zahl der aufgestellten Versuche 37. Zahl der verwendeten Keimlinge 900.

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Länge der Hypokotyle in Zentimetern: Dauer der Beleuchtung in Stunden 12	9	6	5	4	3	$2^1/_2$	2	$1^1/_2$	1	Dunkelpflanze
5 per Kulturgefäß	VII.	1.	18./4.	—	—	—	—	—	1·82*	1·62	1·50	1·50	1·62	1·94
		2.	19.	—	—	—	—	—	2·24	2·47	2·32	2·31	2·39	3·60
	X.	1.	20./6.	—	—	—	1·62	1·58	—	—	—	—	—	1·60
		2.	21.	—	—	—	2·40	2·43	—	—	—	—	—	3·60
	XX.	1.	11./2.	1·72	1·65	1·62	—	—	—	—	—	—	—	1·66
		2.	12.	2·47	2·80	2·85	—	—	—	—	—	—	—	3·60

* Die erste Reihe jedes Versuches zeigt die Länge vor Beginn der Belichtung, die zweite Reihe zeigt die Länge nach 24 Stunden im Dunkeln.

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Wachstumsintensitäten: Dauer der Beleuchtung in Stunden 12	9	6	5	4	3	$2^1/_2$	2	$1^1/_2$	1	Dunkelpflanze
5 per Kulturgefäß	VII.	1.	18./4.											
		2.	19.	—	—	—	—	—	1·23	1·53	1·55	1·54	1·48	1·86
	X.	1.	20./6.											
		2.	21.	—	—	—	1·48	1·54	—			—	—	2·25
	XX.	1.	11./2.											
		2.	12.	1·44	1·70	1·76	—	—	—	—	—	—	—	2·17

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Länge der Hypokotyle in Zentimetern													
				Dauer der Beleuchtung													
				30	25	20	15	10	5	4	3	2	1	45	30	15	Dunkelpflanze
				Minuten										Sekunden			
5 per Kulturgefäß	XV.	1.	19./9.	1·10	1·00	1·20	1·30	1·17	—	—	—	—	—	—	—	—	1·20
		2.	20.	1·38	1·22	1·44	1·84	1·82	—	—	—	—	—	—	—	—	1·91
	XVII.	1.	10./10.	—	—	—	—	—	1·38	1·36	1·26	1·39	1·42	—	—	—	1·58
		2.	11.	—	—	—	—	—	2·48	2·40	2·04	2·20	2·22	—	—	—	3·32
	XXV.	1.	22./2.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·86	1·76	1·82	1·98
		2.	23.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3·50	3·15	3·37	3·33

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Wachstumsintensitäten: Dauer der Beleuchtung: 30 Minuten	25 Minuten	20 Minuten	15 Minuten	10 Minuten	5 Minuten	4 Minuten	3 Minuten	2 Minuten	1 Minute	45 Sekunden	30 Sekunden	15 Sekunden	Dunkelpflanze
5 per Kulturgefäß	XV.	1.	19./9.														
		2.	20.	1·25	1·22	1·20	1·41	1·47	—	—	—	—	—	—	—	—	1·59
	XVII.	1.	10./10.														
		2.	11.	—	—	—	—	—	1·79	1·75	1·60	1·58	1·56	—	—	—	2·07
	XXV.	1.	22./2.														
		2.	23.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·88	1·79	1·85	1·68

Tabelle 7.

Triticum vulgare.[1] Intensität 100 Normalkerzen. Dauer der Beleuchtung 15 Sekunden bis $2^1/_2$ Minuten.

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Länge der Coleoptile in Zentimetern										
				Dauer der Beleuchtung										
				Dunkelpflanze	15	30	45	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$1^3/_4$	2	$2^1/_4$	$2^1/_2$
					Sekunden			Minuten						
5 per Kulturgefäß	I.	1.	19./12.	1·80	1·83	1·30	1·24	1·42	1·44	—	—	—	—	—
		2.	20.	5·00	5·14	4·90	4·68	4·66	3·92		—	—	—	—
		4.	22.	9·30	9·38	9·58	8·76	8·88	8·30	—		—		—
	XIV.	1.	28./2.	1·84	—	—	—	—	—	1·72	1·50	1·82	1·90	1·92
		2.	1./3.	4·28	—	—	—	—	—	3·60	3·12	3·77	3·67	3·68
		4.	2.	9·70	—	—	—	—	—	7·30	6·94	7·48	7·35	7·40

[1] Es wurden 14 Versuche mit 395 Keimlingen aufgestellt.

Tabelle 7 (Fortsetzung).

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Wachstumsintensitäten: Dauer der Beleuchtung: Dunkelpflanze	15 Sek.	30 Sek.	45 Sek.	1 Min.	1¼ Min.	1½ Min.	1¾ Min.	2 Min.	2¼ Min.	2½ Min.	
5 per Kulturgefäß	I.	1.	19./12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Länge vor der Beleuchtung
		3.	20.	**2·78**	**2·81**	**3·76**	**3·77**	**3·27**	**2·72**			—		—	
		4.	22.	1·86	1·82	2·55	2·32	2·71	1·76	—	—	—	—	—	
	XIV.	1.	28./2.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Länge vor der Beleuchtung
		3.	1./3.	**2·33**	—	—	—	—	—	**2·09**	**2·08**	**2·07**	**1·93**	**1·92**	
		4.	2.	2·26	—	—	—		—	2·20	2·21	1·98	2·00	2·01	

Tabelle 8.

Triticum vulgare. Wachstumsintensitäten des 1. und 2. Meßtages, berechnet aus der Länge.

Versuchszahl	Dunkelpflanze	15	30	45	1	1 1/4	1 1/2
		Sekunden			Minuten		
1.	2·78	2·81	3·76	3·77	3·27	2·72	2·70
2.	2·36	2·50	2·44	2·33	2·20	2·19	2·18
3.	1·45	1·57	1·50	1·48	1·54	1·41	1·30
4.	1·42	1·51	1·51	1·64	1·58	1·50	1·49
5.	1·51	1·68	1·62	1·64	1·75	1·67	1·65
Durchschnitt.	**1·90**	**2·01**	**2·14**	**2·17**	**2·06**	**1·89**	**1·86**

45 Sekunden, 30 Sekunden bis zu 15 Sekunden, so tritt eine Beschleunigung des Wachstums der Dunkelpflanze gegenüber ein (Tabelle 6).

Es wurden für die sehr kurzen Exponierungszeiten auch andere Pflanzen zur Beobachtung herangezogen. Nach einigen Vorversuchen erwies sich *Triticum vulgare* und *Sinapis alba* als geeignet. Kultur und sonstige Behandlung der Keimlinge war dieselbe wie bei *Phaseolus vulgaris*. Bei *Triticum* wurde die Messung auf die Coleoptile beschränkt.

Es treten ähnliche Erscheinungen auf wie bei *Phaseolus*, nur beginnt die Beschleunigung des Längenwachstums bei *Triticum* im allgemeinen schon bei 1 Minute Lichteinwirkung (Tabelle 8), bei *Sinapis* bei $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Minuten (Tabelle 9 und 10).

Wird bei der Belichtung von *Phaseolus* statt 100 Normalkerzen eine geringere Intensität, z. B. nur 50 Normalkerzen, verwendet, so ist jetzt die obere Grenze der Beleuchtungszeit, bei welcher noch Wachstumsbeschleunigung eintritt, eine halbe Stunde; von da ab tritt Verzögerung des Wachstums

ein. Läßt man 5 Normalkerzen auf die Pflanze einwirken, so zeigt sich Beschleunigung bis zu vierstündiger Beleuchtungsdauer.

Bei einem Vergleich der Resultate der letzten zwei Versuchsreihen (3. und 4.) ergibt sich, daß die Wachstumsbeschleunigung der beleuchteten Pflanze sowohl dann eintritt, wenn bei konstanter Beleuchtungsdauer die Lichtintensität genügend herabgemindert wird, als auch dann, wenn letztere konstant bleibt, die Dauer der Einwirkung jedoch entsprechend kurz ist.

5. Versuchsreihe.

Um die Beziehungen zwischen der Wirkung der Lichtintensität einerseits und der Exponierungsdauer andrerseits genauer studieren zu können, wurde eine Reihe von Parallelversuchen ausgeführt.

Die Lichteinwirkung erfolgte in der Weise, daß bei wechselnder Intensität und Dauer der Beleuchtung das Produkt aus diesen beiden Faktoren ein konstantes war.

Es kommen in Betracht:

Versuche mit 100 Normalkerzen durch $1^1/_2$ Stunden, Parallelversuche mit 50 Normalkerzen durch 3 Stunden einwirkend;

Versuche mit 100 Normalkerzen durch 3 Stunden, Parallelversuche mit 50 Normalkerzen durch 6 Stunden einwirkend.

Versuchspflanze: *Phaseolus vulgaris.*

Die sonstigen Versuchsbedingungen waren dieselben wie früher (Tabelle 11).

Die erste Messung erfolgte 24 Stunden vor der Beleuchtung, die zweite am Schlusse derselben, die dritte 24 Stunden später usw. Es zeigt sich die merkwürdige Erscheinung, daß, falls man die erste und zweite Messung in Betracht zieht, jüngere Keimlinge sich anders verhalten als ältere. Der Altersunterschied betrug nur 1 bis 2 Tage, doch erschienen jüngere Keimlinge durch die stärkere Intensität (z. B. 100 Normalkerzen 3 Stunden) mehr im Wachstum retardiert als durch die längere Beleuchtung (z. B. 50 Normalkerzen × 6 Stunden); bei den älteren Keimlingen ist das Verhältnis ein umgekehrtes.

Tabelle 9.

Sinapis alba.[1] Intensität 100 Normalkerzen. Dauer der Beleuchtung 15 Sekunden bis $2^1/_2$ Minuten.

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Länge des Hypokotyls in Zentimetern											
				Dauer der Beleuchtung											
				Dunkelpflanze	15 Sekunden	30 Sekunden	45 Sekunden	1 Minuten	$1^1/_4$ Minuten	$1^1/_2$ Minuten	$1^3/_4$ Minuten	2 Minuten	$2^1/_4$ Minuten	$2^1/_2$ Minuten
5 per Kulturgefäß	II.	1.	29. 12.	1·38	1·64	1·34	1·38	1·31	1·78	1·24	1·52	—	—	—
		2.	30.	4·56	3·90	5·32	5·50	4·72	4·50	1·37	4·82			—
		3.	31.	5·96	6·46	7·14	7·16	6·78	6·56	6·28	6·74	—	—	
	III.	1.	6./1.	1·80	—	—	—		—			1·86	1·98	1·62
		2.	7.	5·28				—				5·46	5·45	4·25
		3.	8.	9·25						—		9·80	9·86	7·13

[1] Es wurden 10 Versuche mit 360 Keimlingen aufgestellt.

Tabelle 9 (Fortsetzung).

Zahl der verwendeten Keimlinge	Nummer des Versuches	Versuchstag	Datum	Wachstumsintensitäten: Dauer der Beleuchtung: Dunkelpflanze	15 Sekunden	30 Sekunden	45 Sekunden	1 Minuten	1¼ Minuten	1½ Minuten	1¾ Minuten	2 Minuten	2¼ Minuten	2½ Minuten	
5 per Kulturgefäß	II.	1.	29./12.	—	—	—	—	—			—	—	—	—	Länge am Beginn der Beleuchtung
		2.	30.	3·30	3·90	3·98	3·98	3·62	3·53	3·46	3·18		—	—	
		3.	31.	1·31	1·60	1·34	1·41	1·43	1·46	1·43	1·43	—	—	—	
	III.	1.	6./1.	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	Länge am Beginn der Beleuchtung
		2.	7.	2·93						—	—	2·94	2·75	2·62	
		3.	8.	1·76							—	1·80	1·72	1·68	

Tabelle 10.

Wachstumsintensitäten von 10 Versuchsreihen (Sinapis alba). (1 : 2 Meßtag.)

Zahl des Versuches	Dunkelpflanze	15	30	45	1	1¼	1½	1¾
		Sekunden			Minuten			
1.	1·99	2·84	2·60	2·45	2·44	1·94	1·62	1·32
2.	3·30	3·90	3·98	3·98	3·62	3·53	3·46	3·18
3.	2·93		—	3·14	2·87	3·38	3·21	2·96
4.	1·84	2·02	1·96	—	—	2·00	1·90	—
5.	1·60	1·61	1·62	1·47	1·65	1·64	—	—
6.	1·73	2·50	1·79	1·80	1·72	1·59	1·62	—
7.	1·61	1·63	1·76	1·67	1·64	1·67	1·44	1·59
8.	2·01	2·21	2·35	2·07	1·98	1·87	1·61	1·60
9.	1·59	2·31	2·31	1·95	1·88	1·81	1·79	1·71
10.	2·15	2·56	2·66	2·87	2·45	2·13	2·26	2·14
Durchschnitt.	**2·08**	**2·39**	**2·34**	**2·38**	**2·25**	**2·16**	**2·10**	**2·07**

Zieht man aber die Wachstumsintensität zwischen der zweiten und dritten Messung in Betracht (Tabelle 11), so ist die jener Pflanzen geringer, welche dem stärkeren Licht, wenn auch nur kürzere Zeit als jene, die mit schwächerer Intensität beleuchtet wurden, ausgesetzt waren.

Es ist also trotz Konstanz des Produktes aus Intensität mal Zeit bei jeweiliger Veränderung des einen Faktors nicht in beiden Fällen die gleiche Wirkung erzielt worden.

Es sei zum Schluß der Versuchsangaben (die mit einer ganzen Reihe von Daten belegt werden könnten, welche aber der Kürze halber weggelassen wurden) noch ausführlich jener Faktoren gedacht, welche eingangs nur kurz erwähnt wurden: der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit. Zwecks genauer Beobachtung dieser beiden wurden bei manchen Versuchen zwei Apparate, ein Registrierhygroskop und ein Thermo-

Tabelle 11.

Phaseolus vulgaris. ($I \times t$ = konstant.)[1]

Zahl der verwendeten Keimlinge	Alter der Keimlinge	Beginn des Versuches am	Versuchstag	Länge der Hypokotyle in Zentimetern			Wachstumsintensitäten $I \times t$			
				0 Dunkelpflanze	100 Normalkerzen × 3 Stunden	50 Normalkerzen × 6 Stunden	0 Dunkelpflanze	100 Normalkerzen × 3 Stunden	50 Normalkerzen × 6 Stunden	
5 per Kulturgefäß	ältere	16./8.	1.	5·52	5·52	5·12				Länge vor der Beleuchtung
			2.	7·92	7·67	6·79	**1·43**	**1·39**	**1·32**	Länge 24 Stunden nach der Beleuchtung
			3.	16·16	15·15	14·05	**2·06**	**1·99**	**2·06**	Länge nach 2×24 Stunden
			4.	19·98	18·76	17·74	1·22	1·23	1·33	Länge nach 3×24 Stunden
	2 Tage jüngere		1.	1·38	1·21	1·19				Länge vor der Beleuchtung
			2.	1·64	1·36	1·41	**1·22**	**1·12**	**1·18**	Länge 24 Stunden nach der Beleuchtung
			3.	3·10	2·13	2·34	**1·88**	**1·57**	**1·65**	Länge 2×24 Stunden nach der Beleuchtung
			4.	7·58	5·33	6·52	2·44	2·50	2·79	Länge 3×24 Stunden nach der Beleuchtung

[1] Es wurden 8 Parallelversuche mit 180 Keimlingen aufgestellt. $I \times t$ = Intensität × Zeit.

graph, verwendet. Beide fanden immer gleichzeitig dort Aufstellung, wo sich die Versuchspflanzen eben befanden, also in der Dunkelkammer, unter dem Dunkelsturz, während der Beleuchtung neben den Töpfen und dann mit den beleuchteten Pflanzen unter einem Glassturz.

Zusammenstellung der erhaltenen Durchschnittsdaten:

	Temperatur	relative Feuchtigkeit
Dunkelkammer	18° C.	48—50%
Dunkelsturz	18° C.	75%
Nach einstündiger Beleuchtung am Aufstellungsort der Keimlinge (100 Normalkerzen)	22° C.	36%
Unter der Glaswanne nach halbstündiger Beleuchtung (100 Normalkerzen)	23° C.	75%

In der Dunkelkammer sind, wie schon einmal erwähnt wurde, Temperatur und Feuchtigkeit nahezu konstant. Der Unterschied der Temperaturen ist auch an allen anderen genannten Orten nicht bedeutend. Hingegen weist die relative Feuchtigkeit enorme Schwankungen auf. Der größte Unterschied zeigt sich zwischen der unter dem Dunkelsturz und während der Beleuchtung herrschenden Feuchtigkeit, und zwar 36%, d. i. nahezu die Hälfte. Die Differenz zwischen der Feuchtigkeit unter dem Dunkelsturz und der am Beleuchtungsort ist 13%; unter der Glaswanne ist sie dieselbe wie unter dem Dunkelsturz.

Die zuletzt angegebenen Daten beziehen sich hauptsächlich auf die Belichtungsdauer von 1 Stunde bei 100 Normalkerzen. Während der kurzen Exponierungszeiten jedoch, z. B. unterhalb zweier Minuten, sinkt die relative Feuchtigkeit gewiß auch, aber es ist fraglich, ob diese geringfügigen Differenzen schon irgendwie einwirken. Der Umschlag von der Retardierung zur Beschleunigung des Längenwachstums erfolgt nun innerhalb einer Viertelminute, z. B. zwischen $1^1/_2$ und $1^3/_4$ Minuten (*Sinapis*). Zwischen diesen an und für sich kurzen Beleuchtungszeiten kann sich keine nennenswerte Feuchtigkeitsdifferenz zeigen.

In diesem Falle wird wohl hauptsächlich die reine Lichtwirkung als Ursache der Veränderung der Wachstumsintensität anzunehmen sein.

Nach den erhaltenen Ergebnissen scheint es, daß die Wirkungsweise des Lichtes auf die im Dunkeln gezogenen Keimlinge eine ähnliche ist wie diejenige gewisser Reizstoffe, z. B. die von Giften und Narkotica auf manche Wachstumserscheinungen von Pflanzen. Die beiden letzteren wirken in geringen Mengen wachstumsfördernd, in größeren wachstumshemmend (Pfeffer,[1] Czapek,[2] Jost[3]). Das Licht zeigt gleichfalls bei geringer Intensität oder kurzer Einwirkungsdauer Beschleunigung des Längenwachstums etiolierter Keimlinge, während stärkere Intensität oder längere Beleuchtung retardierend wirkt.

Die bezüglich der relativen Feuchtigkeit erwähnten Tatsachen sowie eine Reihe anderer nicht geklärter Beziehungen dieser zu anderen Erscheinungen lassen die angeführten Versuche nicht als abgeschlossen erscheinen. Die beobachteten Feuchtigkeitsunterschiede sollen auch Grundlage neuer Untersuchungen sein, welche vor allem festzustellen haben werden, wie weit die Strahlung der elektrischen Lampe mit dem erwähnten starken Absinken der relativen Feuchtigkeit zusammenhängt und welcher Antcil der Strahlung und den Feuchtigkeitsverhältnissen an dem Längenwachstum der Pflanzen zukommt.

Einige Vorversuche, welche diesbezüglich unternommen wurden, hatten folgenden Verlauf: Kontroll-(Dunkel-) und zu belichtende Weizenkeimlinge kamen aus dem Dunkelsturz unter Glasglocken von gleicher Größe und gleicher Stärke des Glases, welche durch Wasser abgeschlossen waren. Unter diesen Glocken verblieben sie bei den verschiedenen Versuchsarten, 10 Minuten, $^1/_4$ Stunde, 1 Stunde und einen ganzen Tag, bevor sie dem Licht ausgesetzt wurden, und auch weiterhin nach der Belichtung im Dunkeln. Aus den folgenden Tabellen 12 und 13 ist zu ersehen, daß die Feuchtigkeit weder die Retardierung noch die Beschleunigung aufhebt, daß aber

[1] Pfeffer, a. g. O., p. 332.

[2] F. Czapek, Biochemie, Bd. 2, p. 883.

[3] L. Jost, Pflanzenphysiologie (1904), p. 107 und 385.

Tabelle 12.

Triticum vulgare im feuchten Raume.

Zahl der Versuchsgefäße Keimlinge	Anzahl der Versuche	Datum	Versuchstag	Länge in *cm* Lichtpflanze	Länge in *cm* Dunkelpflanze	Wachstumsintensität Lichtpflanze	Wachstumsintensität Dunkelpflanze	Anzahl der Versuche	Datum	Versuchstag	Länge in *cm* Lichtpflanze	Länge in *cm* Dunkelpflanze	Wachstumsintensität Licht pflanze	Wachstumsintensität Dunkelpflanze
Lichtstärke 100 Normalkerzen														
	Licht $^1/_2$ Minute einwirkend							Licht $^3/_1$ Minuten einwirkend						
Die Keimlinge wurden vor der Beleuchtung 1 Stunde im feuchten Raume belassen														
5 per Kulturgefäß	5	21./6.	1.	2·40 *	2·75		—	4	15./6.	1.	0·74	0·54	—	—
		22.	2.	5·58	6·05	2·32	2·20		16.	2.	1·60	1·26	2·16	2·33
		25.	5.	22·88	20·80	4·10	3·43		17.	3.	4·90	4·52	1·06	3·59

	Licht $^3/_4$ Minuten einwirkend							Licht 1 Minute einwirkend						
	Die Keimlinge wurden vor der Beleuchtung $^1/_4$ Stunde im feuchten Raume belassen													
5 per Kulturgefäß	3	13./6.	1.	2·20	2·16			3	17. 6.	1.	0·66	0·86	—	—
		14.	2.	4·52	5·24	2·05	2·42		18.	2.	1·54	1·80	2·33	2·09
		15.	3.	8·82	8·30	1·94	1·58		19.	3.	4·70	5·88	3·05	3·15
	Licht $^3/_4$ Minuten einwirkend							Licht 1 Minute einwirkend						
	Die Keimlinge wurden vor der Beleuchtung 10 Minuten im feuchten Raume belassen													
5 per Kulturgefäß	3	10. 6.	1.	1·80	1·76			2	20. 6.	1.	3·20	3·26	—	—
		11.	2.	4·35	5·32	2·11	3·02		21.	2.	4·36	5·40	1·36	1·65
		12.	3.	9·37	9·10	2·20	1·71		22.	3.	7·70	9·05	1·76	1·67

* Die erste Ziffernreihe zeigt die Länge der Pflanzen vor der Beleuchtung.
Die zweite und die weiteren Ziffernreihen zeigen die Länge und Wachstumsintensität nach der Beleuchtung im Dunkeln.

Tabelle 13.[1]

Triticum vulgare im feuchten Raume. Lichtstärke variiert.

Zahl der verwendeten Keimlinge	Zahl der Versuchsreihen	Datum	Versuchstag	Länge in *cm*		Wachstumsintensität	
				Lichtpflanze	Dunkelpflanze	Lichtpflanze	Dunkelpflanze
Die Keimlinge wurden vor der Beleuchtung 1 Tag im feuchten Raume belassen							
5 per Kulturgefäß	Lichtstärke 100 Normalkerzen, $^1/_2$ Minute einwirkend						
	1	30./6.	1.	3·64 *	3·06	—	—
		3./7.	4.	17·60	13·12	4·85	4·28
	Lichtstärke 50 Normalkerzen, $^3/_4$ Minuten einwirkend						
	2	22./6.	1.	0·86	0·92	—	—
		24.	3.	6·50	7·24	1·56	7·84
		26.	5.	15·16	14·84	2·33	2·04
	Lichtstärke 25 Normalkerzen, 1 Minute einwirkend						
	2	23. 6.	1.	0·90	1·22	—	—
		28./6.	6.	16·36	16·08	16·75	13·40

* Bezüglich der Ziffernreihen gilt dasselbe wie in Tabelle 12.

[1] Versuche über Retardierung sind noch nicht ausgeführt worden.

die Grenze, an welcher der Umschlag, d. h. Beschleunigung statt Retardierung, erfolgt, gegen die früheren Versuche zumeist verschoben erscheint. Während früher die Beschleunigung bei den *Triticum*-Keimlingen zwischen $^3/_4$ bis $1^1/_2$ Minuten Einwirkungszeit eintrat, wenn die Lichtstärke 100 Normalkerzen betrug, zeigt sie sich jetzt, je nach dem Feuchtigkeitsgrade, zwischen $^1/_2$ bis $^3/_4$ Minuten. Werden 50 Normalkerzen verwendet, so tritt die Beschleunigung bei $^3/_4$ Minuten Einwirkungsdauer auf, ebenso bei 25 Normalkerzen. Außerdem zeigt sich

die Beschleunigung bei 100 Normalkerzen und 50 Normalkerzen erst am zweiten Tage, wenn sich die Keimlinge im feuchten Raume befinden, während sie bei den früheren Versuchen bei dieser Lichtstärke schon am ersten Tage auftrat. In der Regel ist die Verlängerung eine dauernde.

Diese Beobachtungen erfordern noch wesentliche Ergänzungen und sollen noch fortgesetzt werden.

Weitere Untersuchungen werden erforderlich sein, um die Wirkung der einzelnen Strahlenbezirke des Spektrums auf das Längenwachstum der Pflanze festzustellen.

Ferner soll auch das Verhalten des Längenwachstums im intermittierenden Licht geprüft werden.

Zusammenfassung.

Wenn Licht von verschiedener Intensität oder wechselnder Dauer auf das Hypokotyl oder die Coleoptile etiolierter Keimlinge einwirkte, so ergab sich in bezug auf das Längenwachstum folgendes:

1. War die Lichtquelle eine künstliche, und zwar Kohlenfadenlampen in der Stärke von 100 bis zu 0·55 Normalkerzen, deren Licht durch eine konstante Zeit einwirkte, so trat z. B. bei 2 Stunden Belichtung, nach Übertragung ins Finstere, eine Retardierung des Längenwachstums der Keimlinge von Bohnen, Weizen und Senf ein, jedoch nur bei Lichtstärken von 100 bis 25 Normalkerzen. Sank die Intensität noch weiter, so zeigte sich eine Beschleunigung im Vergleiche zu der konstant verdunkelten Pflanze. Sowohl die Verlängerung als auch die Verkürzung kann eine dauernde bleiben.

2. Bei konstanter Intensität des Lichtes, und zwar 100 Normalkerzen, jedoch bei wechselnder Einwirkungsdauer desselben (12 Stunden bis 15 Sekunden), auf die etiolierten Keimlinge von *Phaseolus vulgaris*, *Triticum vulgare*, *Sinapis alba* trat ebenfalls 24 Stunden nach erfolgter Beleuchtung, dann im Dunkeln Retardierung ein, jedoch nur bis zu einer bestimmten Zeitgrenze. Diese war bei den genannten Arten verschieden: von 2 Minuten bis zu 1 Minute. Währte die Belichtung noch kürzere Zeit, so trat Beschleunigung des Längenwachstums ein.

3. War das Produkt aus Intensität×Zeit, bei wechselnder Größe dieser zwei Faktoren, ein konstantes, so zeigte sich gleich am Schlusse der Exponierung, daß bei Keimlingen von *Phaseolus vulgaris* gleichen Alters die Wirkung nicht dieselbe war, sondern bei gewissen länger währenden Exponierungen die größere Lichtintensität die stärkere retardierende Wirkung hatte. Waren jedoch die Keimlinge verschiedenen Alters, so erschienen die jüngeren Keimlinge durch größere Lichtintensität stärker retardiert, die älteren durch längere Dauer der Beleuchtung. Am nächsten Tage und noch späterhin reagierten die verschieden alten Keimlinge gleich: diejenigen, welche dem stärkeren Lichte ausgesetzt waren, zeigten eine bedeutendere Retardierung als jene, welche bei länger währender Einwirkung mit geringerer Intensität beleuchtet waren.

4. Die großen Unterschiede, welche die relative Feuchtigkeit an den beiden Standorten der Keimlinge: unter dem Dunkelsturz und am Exponierungsorte während der Beleuchtung zeigt, machen weitere Untersuchungen der Einwirkung der drei Faktoren Licht, Wärmestrahlen und relative Feuchtigkeit aufeinander und auf die Pflanze notwendig.

Vorversuche ergaben in bezug auf die Einwirkung der Feuchtigkeit, daß diese weder die Retardierung noch die Beschleunigung des Längenwachstums aufhebt, daß aber die Grenze, an welcher der Umschlag der einen in die andere erfolgt, im Vergleich zu den oben beschriebenen Versuchen zumeist verschoben erscheint.

5. Das Licht verhält sich in seiner Wirkungsweise auf die etiolierten Keimlinge ähnlich wie manche chemische Reizstoffe in bezug auf Beeinflussung des Wachstums der Pflanzen. Wie diese in geringen Mengen, so beschleunigt Licht von schwacher Intensität oder kurzer Dauer das Längenwachstum, während große Intensität oder lange Einwirkungsdauer retardierend wirkt wie die genannten Stoffe in größerer Menge.

6. Wurden die etiolierten Keimlinge von *Phaseolus vulgaris* und *Triticum vulgare* dem Tageslicht, also Licht von nicht konstanter Intensität, ausgesetzt, so waren am Schlusse des Versuches, dann nach Übertragung ins Dunkle die am längsten beleuchteten Pflanzen die kürzesten. Von den nach der Expo-

nierung im Tageslichte im Dunkeln weiter kultivierten Pflanzen zeigen nur die kurze Zeit belichteten Keimlinge eine geringere Wachstumsintensität als die Dunkelpflanzen, während die mehrere Tage dem Licht ausgesetzten Keimlinge oft schon vom zweiten Tag an eine Wachstumsbeschleunigung aufweisen.

Da die Exponierung am Tageslichte mehrere Tage dauerte, so war es wegen schwankender Licht-, Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse nicht möglich, diese Versuche exakt zu gestalten.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. VIII. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Corda's Sphaerosiderite aus dem Steinkohlenbecken Radnitz - Břaz in Böhmen nebst Bemerkungen über Chorionopteris gleichenioides Corda

von

Dr. **Bruno Kubart**

Aus dem Institute für systematische Botanik an der k. k. Universität in Graz.

Mit Subvention aus dem Legate Scholz.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Oktober 1911.)

Ein eigentümliches Geschick scheint unserem heimischen phytopaläontologischen Material beschieden zu sein. Im Jahre 1908[1] konnte ich darauf verweisen, daß Stur bereits 1885 über die Auffindung von »Torfsphaerosideriten« im Ostrauer Kohlenbecken berichtet hat. Diese Torfsphaerosiderite, es sind dies eigentlich meist Kalzit-Konkretionen, enthalten ein überaus gut petrifiziertes Pflanzenmaterial, das uns den besten Aufschluß über die Organisation der dortigen Carbonflora geben kann. Das Material blieb unbearbeitet,[2] dieweil im Auslande, ganz besonders in England, das Studium der Pflanzenreste aus den gleichwertigen coal balls und roof nodules eifrig weiter betrieben wurde und inzwischen einen unleugbaren großen Fortschritt unserer Kenntnisse über die Carbonpflanzen gebracht hat.

Dieser Tatsache ist es zu verdanken, daß seit wenigen Jahren in verschiedenen Ländern nach gleichwertigem Material

[1] Kubart, B. I.

[2] Kubart, B. II.

gesucht worden ist. So kennen wir heute derartige Konkretionen, auch Torfdolomite[1] genannt, bereits aus dem Carbon von Belgien, Deutschland, England, Österreich und Rußland. Alle diese Funde stammen aus paralischen Kohlenfeldern.

Beim Studium der Literatur für meine Untersuchungen der Ostrauer Konkretionen fand ich nun als Fundort für *Heterangium paradoxum* Corda in dessen Publikation »Flora protogaea« folgende Angabe: »Im Sphaerosiderite aus der Steinkohle von Břaz auf der Herrschaft Radnitz in Böhmen.« Eine Durchsicht der Flora protogaea ergab, daß für 13 Arten das gleiche angegeben ist. Es sind dies folgende Arten: *Anachoropteris pulchra* Corda, *Anachoropteris rotundata* Corda, *Calopteris dubia* Corda, *Chorionopteris gleichenioides* Corda, *Diplophacelus arboreus* Corda, *Gyropteris crassa* Corda, *Ptilorhachis dubia* Corda, *Selenopteris involuta* Corda, *S. radnicensis* Corda, *Heterangium paradoxum* Corda, *Palmacites carbonigerus* Corda, und *P. leptoxylon* Corda.

Diese Tatsache gewinnt sofort an Bedeutung, wenn wir bedenken, daß das kleine Kohlenbecken von Radnitz-Břaz in Böhmen eine rein limnische Ablagerung darstellt; denn bisher wurden Torfsphaerosiderite nur in paralischen Kohlenbecken[2] gefunden.

Nachdem ein Versuch, Pflanzensphaerosiderite aus dem Radnitzer Reviere zu erhalten, einen negativen Erfolg gehabt hatte,[3] forschte ich nach dem einstigen Materiale Corda's. Glücklicherweise befindet sich ein stattlicher Rest seiner Ori-

---

[1] Der Gesteinscharakter der Knollen ist ein sehr variabler. Es kommen sowohl rein kalzitische Knollen vor, aber auch Knollen von dolomitischem Charakter, weshalb der Name »Torfdolomite«, der in Deutschland viel gebraucht wird, ganz berechtigt ist. Wenn ich in obigen Ausführungen diesen Namen benütze, so verstehe ich darunter beiderlei Knollen; völlig sinngerecht ist dies wohl nicht, aber der Einfachheit wegen wohl gestattet.

[2] Stopes and Watson, l. c.

[3] Die gräflich Sternberg'sche Bergdirektion in Břaz hatte zwar die Liebenswürdigkeit gehabt, mir zwei große Sphaerosiderite aus ihren Gruben zu senden, doch enthielten diese keine Pflanzenreste.

ginale im Museum palatinum in Prag. Herr Prof. A. Frič gestattete mir die Durchsicht dieser Stückchen an Ort und Stelle und übergab mir auf mein Ansuchen hin kleine Bruchstücke hievon zur Herstellung von Schliffen.

Es ist mir daher ein Bedürfnis, Herrn Prof. A. Frič für diese Förderung aufrichtigen Dank sagen zu können.

Corda selbst hat bekanntlich alle seine Beobachtungen für die Flora protogaea an polierten, meist noch mit Öl, Kanadabalsam oder Gummiarabi bestrichenen Flächen gemacht, da ihm zur Herstellung von Dünnschliffen die nötigen Geldmittel fehlten. Eine derartige Präparation gibt bei schwacher Vergrößerung und guter Beleuchtung ganz nette Resultate und ich konnte bei genauer Durchsicht vieler Originalpräparate Corda's »unter gleichen Untersuchungsmodalitäten« die Richtigkeit der Zeichnungen Corda's bestätigen. Selbstredend erfordert aber der heutige Stand der Wissenschaft eine viel genauere Untersuchung der Objekte, die aber nur an guten Dünnschliffen und, wenn irgendwie möglich, an Serienschliffen vorgenommen werden kann.

Von den erhaltenen kleinen Stücken habe ich bis heute bereits mehrere schöne Schliffe gewonnen, die folgende Arten Corda's enthalten: *Anachoropteris pulchra*, *Calopteris dubia*, *Chorionopteris gleichenioides*, *Heterangium paradoxum* und *Palmacites carbonigerus*; alle diese Reste stammen nach Corda aus »Sphaerosideriten« von Břaz-Radnitz. Weiters habe ich ein Stückchen von *Diploxylon cycadeoideum* Corda (*Lepidodendron*? sp.) aus dem Hangenden des Kohlensandsteines vom Steinbruche Chomle.

Diploxylon cycadeoideum ist nach seinem Vorkommen im Sandsteine ein verkieseltes Fossil, was auch Corda bereits angibt; nach einer beigeschlossenen Analyse von Clemens Bachofen von Echt besteht das Fossil aus »vieler Kieselerde, Spuren von Eisenoxyd, vielem Kalk, Tonerde und Spuren von CO_2 nebst vieler organischer Substanz. Aber auch die Sphaerosiderite« Corda's sind nichts anderes als Kieselknollen mit verschiedenen Beimengungen.

Eine Analyse, die ich Herrn Dr. Buchtala verdanke, ergab folgendes Resultat:

Ca O	**0·38%**
$Si O_2$	**88·48**
$Fe_2 O_3$	0·55
$Al_2 O_3$	4·10
$H_2 O$	0·82
CO_2, organische Substanzen und Verlust bei der Analyse	5·67
	100·00%.

Der hohe Prozentsatz an Kieselsäure rechtfertigt meine Bezeichnung dieser Sphaerosiderite Cordas als Kieselknollen ohne weiteres. Zum Vergleiche mit den coal balls und roof nodules paralischer Becken seien Analysen solcher Knollen zitiert, die ich der Publikation von Stopes und Watson entnehme. Weiters führe ich eine neue Analyse Ostrauer Torfdolomite an, die ich von dem Herrn Präsidenten der Akademie der Wissenschaften Prof. E. Sues erhalten habe; dieselbe ist im chemischen Laboratorium der Witkowitzer Steinkohlengruben durchgeführt worden.

	coal-ball	roof-nodule	Ostrauer Knollen
CaO	**29·36**	**47·17**	**32·92**
MgO	**19·8**	**0·77**	**12·71**
SiO_2	—	—	**0·18**
$FeCO_3$	2·97	2·45	—
Fe_2O_3	0·11	—	—
FeS_2	0·78	1·28	—
Al_2O_3	Spuren	0·22	3·54
Aluminium Silikat		6·45	—
$Al_2O_3+Fe_2O_3$ (unlöslich)	—	—	3·60
P_2O_5	—	—	0·19
$Ca_3P_2O_8$	Spuren	Spuren	—
FeO löslich	—	—	6·46
Chlor	—	—	Spuren
$MnCO_3$	1·17	1·81	—
H_2O	0·28	—	0·53
C	2·28	1·47	8·11
CO_2	43·70	38·06	31·62

Der Unterschied der Zusammensetzung ist ein auffallender. Bei den coal balls und roof nodules spielen CaO und MgO die Hauptrolle. In den Břazer Knollen bildet SiO_2 den Hauptbestandteil; von CaO sind nur Spuren vorhanden.

Eine Mittelstellung zwischen den paralischen Torfdolomiten und den Radnitzer Kieselknollen nehmen nun bezüglich ihrer Zusammensetzung jene Knollen ein, welche Stopes[1] und Fujii aus mesozoischen marinen Ablagerungen der Insel Hokkaido gewonnen haben und deren Analyse folgendermaßen lautet:

CaO	36·04	25·82
MgO	0·50	3·9
SiO_2	23·04	30·46
$FeCO_3$	10·50	8·88
H_2O	0·37	—
C	—	2·07
andere Substanzen	0·75	4·46
CO_2	28·80	24·45

Diese japanischen Knollen enthalten also auch einen hohen Prozentsatz an SiO_2, doch bildet CaO noch immer einen Hauptbestandteil der Knollen. Nach Stopes sind diese Knollen in der Küstenregion des Meeres gebildet worden und der reiche Gehalt an SiO_2 ist auf die reichen Materialien zurückzuführen, die von den dortselbst einmündenden Flüssen mitgebracht wurden.[2]

Die Břazer Knollen weisen von CaO nur Spuren auf, MgO wurde überhaupt nicht gefunden und SiO_2 bildet den Hauptbestandteil. Wie nun diese Knollen entstanden sind und woher die Kieselsäure stammt, soll heute unentschieden

---

[1] Stopes M. C., l. c.

[2] Es sei weiters bemerkt, daß sich die japanischen Knollen von den Torfdolomiten auch noch dadurch unterscheiden, daß sie nicht direkt mit einem Flöz in Berührung stehen, sondern meist mehr als 30 *m* unterhalb der Flöze in marinen Schichten gefunden werden, wo sie sich auch gebildet haben. Das in ihnen eingeschlossene Pflanzenmaterial ist sehr gut erhalten, es sind Bruchstücke, die vom Meerwasser zusammengeschwemmt worden sind, doch ist die Driftstrecke infolge der nahen Küste keine große gewesen (Stopes).

bleiben; denn ich habe keinen einzigen ganzen Sphaerosiderit Corda's gesehen, es sind nur lauter kleine Bruchstücke im Museum vorhanden und die Lokalität selbst, die vielleicht den besten Aufschluß bieten kann, habe ich bisher noch nicht besuchen können.

Die mir von Břaz übersandten zwei Stücke sind große linsenförmige Gebilde, welche nach einem beigeschlossenen Briefe »seltener im Hangenden, mehr im Liegenden des Radnitzer Kohlenflözes, und zwar in den härteren Schichten des Schiefertones, seltener in den Sandsteinschichten vorkommen.« Corda fand seine »kleinen« Sphaerosiderite auch im Hangenden und Liegenden der Kohlenflöze. Erstere, die großen Sphaerosiderite, enthielten aber keine petrifizierten Pflanzenreste, sie scheinen auch von letzteren verschieden zu sein. Immerhin kann ich mir leicht vorstellen, daß die viele Kieselsäure z. B. aus dem Tonglimmerschiefer (Phyllit) stammt, der die Umgebung wie auch den Untergrund des ganzen Radnitz-Břazer Beckens bildet und Phyllit enthält 45 bis 74% Kieselsäure. Weiters sei heute noch festgehalten, daß die Radnitzer Knollen allem Anscheine nach zusammengeschwemmtes Pflanzenmaterial enthalten, in dieser Hinsicht also auch mit den japanischen Knollen übereinstimmen.

Der große Wert einer genauen botanischen Durchforschung der Kieselknollen von Břaz-Radnitz erhellt aus dem »Umstande, daß von 138 Arten, welche die Flora des Radnitzer Beckens bis jetzt zählt, 82 ihr ausschließlich angehören.« So Ettingshausen[1] bereits 1852. Die Zwischenzeit hat auch keine wesentliche Veränderung dieser Tatsache gebracht. Nur die damalige Annahme Ettingshausens, daß das an und für sich nicht große Radnitzer Becken in seinen drei kleinen Mulden spezielle gleichzeitige Lokalfloren enthält, scheint vielleicht nicht richtig zu sein. So gibt Ettingshausen z. B. für die Wranowitzer Mulde eine Armut an Farnen an, dagegen Reichtum an Calamiten und Stigmarien; die Mulde von Swina enthält viele Filices und spärliche Reste von Calamiten und

[1] Ettingshausen, l. c.

Stigmarien.[1] 1865 berichtet aber bereits C. Feistmantel[2] über eine größere Gleichmäßigkeit der Flora des Radnitzer Beckens und einen weiteren Beweis hierfür liefern die Pflanzenreste, welche Corda in den Kieselknollen fand. Zur Wranowitzer Mulde, von welcher Ettingshausen eine Armut an Farnen angab, gehört nämlich auch die Fundstelle dieser Kieselknollen, welche gerade eine relativ große Menge von Farnresten geliefert haben. Von den 12 angeführten Arten gehören nicht weniger als 9 zu den Farnen.

Da ich in einer ausführlicheren Mitteilung auf diese Fossilien zurückzukommen gedenke, seien diesmal nur einige der Reste kurz besprochen.

Mein besonderes Interesse nahm ein kleines Stückchen einer Kieselknolle von kaum $1\,cm^2$ Fläche und einigen Millimetern Dicke in Anspruch, das mir Herr Prof. A. Frič von dem Originalstückchen Corda's für *Palmacites carbonigerus* und *Calopteris dubia* (Taf. 19 bei Corda, Flora *protogaea*) wegschneiden ließ. Ich konnte dieses kleine Stück in zwei kleine Platten zerschneiden. Auf der einen Seite *(A)* der größeren Platte entdeckte ich beim Schleifen, das ich ob der Wichtigkeit des Objektes selbst vornahm, einen angeschnittenen Sorus (Taf. I, Photo 1, *s*). Die nähere Untersuchung des Objektes bei schwacher Lupenvergrößerung ergab, daß der Sorus am Rande eines Blattes befestigt ist und vermittelst des Blattes mit der Farnrhachis *Calopteris dubia* in Verbindung steht. Ich konnte diese Tatsache auch auf der andern Seite der bereits sehr dünnen Platte feststellen, nur ist hier nicht mehr der durchschnittene Sorus zu sehen, sondern dessen Außenwand. Bei allem Glück in der Auffindung dieser Tatsache muß ich aber doch bemerken, daß ich die Beobachtung beinahe etwas zu spät gemacht habe; denn bei Anwendung einer stärkeren Vergrößerung sieht man, daß auf Seite A die direkte Verbindung des Blattes mit der Rhachis an der Stelle *x* (Taf. I, Photo 1) bereits fast gänzlich zerstört ist. Doch wäre sie auch ganz zer-

---

[1] Im übrigen lassen sich diese zwei Lokalfloren auch leicht auf zwei verschiedene Stadien der einstigen Moorbildung zurückführen.

[2] Feistmantel C., l. c.

stört, so hätten wir wohl immerhin noch volles Recht, die Zugehörigkeit des Blattes mit Sorus zu *Calopteris dubia* zu behaupten, da die Farnrhachis an der dem Blatte opponierten Stelle sich gegen das Blatt stielartig vorwölbt und auch die so genau zu einander passende Lagerung der Farnrhachis mit Vorwölbung und des Blattes entschieden für die Zusammengehörigkeit sprechen.

Dieser Fund gewinnt aber noch mehr an Bedeutung bei näherer Betrachtung des Sorus. Corda hat aus den Kieselknollen von Braz eine einzige Farnfruktifikation beschrieben, und zwar *Chorionopteris gleichenioides* (Taf. 54, Fig. 10 bis 16). *Ch. gleichenioides* bildet ebenfalls Sori, die aus etwa vier Sporangien bestehen. Das in Photo 1 dargestellte Bild hat sicher einige Ähnlichkeit mit Fig. 15 von Corda. In einem Schliffe, den ich von einem anderen kleinen Bruchstücke gewonnen habe, sind ebenfalls Sori vorhanden (Taf. 1, Photo 2), die allem Anscheine nach zu *Ch. gleichenioides* Corda zu stellen sind. Die Ähnlichkeit dieses Bildes (Taf. I, Photo 2) mit dem Sorus auf Taf. I, Photo 1 ist wohl hinlänglich klar; es sei nur bemerkt, daß die Sporangien des Sorus von Taf. I, Photo 2 Sporen enthalten, die Sporangien vom Sorus des Photo 1 auf Tafel I sind aber allem Anscheine nach sporenleer.

Gelingt der sichere Beweis, daß der Sorus von Taf. I, Photo 1 identisch ist mit *Ch. gleichenioides* Corda — die Zusammengehörigkeit des Sorus und der *Calopteris dubia* von Taf. I, Photo 1 erscheint mir heute bereits völlig sicher — so ist es uns endlich gelungen, die wahre Natur von *Ch. gleichenioides* zu entdecken. Corda stellte diesen Sorus »interim« zu den Gleicheniaceen, Stur[1] brachte sie in Verbindung mit seiner Gattung Calymmotheca, von der wir heute aber bereits wissen, daß sie die Kupula-artige Hülle des paläozoischen Samens *Lagenostoma*, der Fruktifikation von *Lyginodendron*, darstellt. Zeiller bringt *Chorionopteris* mit den

[1] Stur, l. c. Durch Herrn Prof. Krejči hatte Stur das Original von *Chorionopteris* vom Museum palatinum zur Untersuchung erhalten und er bemerkt in seinen diesbezüglichen Ausführungen ebenfalls, daß die »*Sphaerosiderite*« Cordas eigentlich verkieselte Schleifsteinschiefer sind. Das gleiche sagt auch Solms-Laubach (l. c.)

Hydropteriden in Verbindung u. d. m. Diese verschiedenen Deutungsversuche werden aber verständlich, wenn man die enormen Schwierigkeiten einzuschätzen versteht, mit denen der Phytopaläontologe, ganz besonders bei geringer Materialmenge, kämpfen muß. [1]

Weiters sei heute nur noch *Heterangium paradoxum* Corda kurz erwähnt. Corda's Originalstücke sind echte »Gewebefetzen (Solms-Laubach)«. In den kleinen Stücken, die ich erhalten habe, gelang es mir aber, besser erhaltene, etwa 3 *mm* dicke *Heterangium*-Sprosse aufzufinden, von denen ein Schliff in Taf. I, Photo 3, wiedergegeben ist. Hoffentlich gelingt es, noch bessere Schliffe zu erhalten, damit dann auch eine genauere Artdiagnose möglich werde. Mit *Heterangium Grievei* Will. ist dieser Rest aber wohl sicher nicht identisch, und zwar schon ob des sehr verschiedenen geologischen Alters. *Heterangium Grievei* stammt aus den calciferous sandstone series (Untercarbon), *Heterangium paradoxum* aus den höheren Schichten des produktiven Carbons. Williamson[2] hatte aber Corda's Stammreste richtig erkannt und den von ihm selbst beschriebenen Stammrest in Corda's Gattung *Heterangium* eingereiht.

In nicht gar so großer Entfernung vom limnischen Radnitzer Kohlenbecken befindet sich das paralische Ostrauer Kohlenrevier. Die Torfdolomite des letzteren, deren botanische Untersuchung ich begonnen habe,[3] bergen eine große Fülle eingeschlossener Pflanzenreste von meist ausgezeichneter

---

[1] Leider muß ich zu meiner Deckung bemerken, daß eine ganz einwandfreie Durchführung der Untersuchung nicht möglich sein wird. Die leihweise Zusendung des Corda'schen Originales von *Chorionopteris gleichenioides* behufs genauer Nachuntersuchung und Vergleichung mit dem Objekte auf der besprochenen kleinen Platte, was vor dem weiteren Dünnschleifen dieser Platte unbedingt geschehen soll, wurde nämlich von Herrn Prof. A. Frič trotz meiner genauen Darlegung des Sachverhaltes abgelehnt. Diese Tatsache ist um so betrüblicher, als sie sich nur auf dieses Original bezieht und auch eine Nachuntersuchung des Objektes im Prager Museum mangels aller besseren, hiezu notwendigen optischen Hilfsmittel ausgeschlossen erscheint.

[2] Williamson, l. c.

[3] Kubart II. Eine Fortsetzung der begonnenen Publikation konnte aus technischen wie auch aus materiellen Gründen noch nicht veröffentlicht werden.

Erhaltung. Aber von den vielen Arten, die ich bisher in diesen Knollen aufgefunden habe, ist keine einzige Art vorhanden, die mit einem Radnitzer Fossil identisch wäre. Ganz besonders auffallend mag es aber sein, daß z. B. von der Gattung *Lyginodendron* in Břaz-Radnitz kein einziges Bruchstück gefunden worden ist, obwohl dieser Rest zu den gemeinsten Fossilien der Ostrauer Knollen gehört. Unter 112 Ostrauer Knollen, denen ich bis heute Schliffe für meine Untersuchungen entnommen habe, sind in 30 Knollen Stammreste von *Lyginodendron* enthalten, die zwei verschiedenen Arten angehören. In meiner vorläufigen Mitteilung von 1908 habe ich bereits ein Bild von der einen Art — *Lyginodendron austriacum* n. sp. — veröffentlicht, das einem minder günstig erhaltenen Objekte entnommen ist. Taf. II, Photo 1 soll eine bessere Vorstellung dieser Art gewähren und Taf. II, Photo 3 gibt einen Querschnitt des Stammes der anderen Art, *Lyginodendron lacunosum* nov. sp.

Beide Arten sind deutlich voneinander verschieden. Ganz besonders auffällig ist der Unterschied im Bau der Innenrinde *(i)*.[1] Aber auch der Same von *Lyginodendron* - *Lagenostoma* ist im Ostrauer Material vorhanden, wenngleich er viel seltener zu finden ist als die Stammreste von *Lyginodendron*. Ich habe bis heute erst acht Stück in meinen 250 Ostrauer Schliffen gefunden. Taf. II, Photo 2 gibt eine Wiedergabe eines Schnittes durch *Lagenostoma* aus Schliff 105 K. Das Vorkommen von *Lagenostoma* war nach unserem heutigen Wissen direkt zu erwarten, wie auch die vermutliche Hülle des Samens — *Calymmotheca* — in den Ostrauer Schichten vielfach als Abdruck gefunden wird und Stur das Material zur Aufstellung seiner *Calymmotheca*-Arten lieferte. Auch die von mir bisher aufgefundenen wenigen Exemplare von *Lagenostoma* scheinen nicht allein einer Art anzugehören, doch kann ich heute, bei der geringen Menge des vorhandenen Materiales, noch kein sicheres Urteil abgeben.

Von meinen weiteren Funden aus den Ostrauer Torfdolomiten möchte ich auch die Gattung *Heterangium* erwähnen.

---

[1] Siehe den Text auf p. 1045.

Sie tritt zwar nicht so häufig auf wie *Lyginodendron*, immerhin fand ich bis heute unter den angeschnittenen 112 Knollen 16 *Heterangium* Stammstücke, die sich auf drei Arten verteilen. Von *Heterangium Schusteri* befindet sich bereits ein Bild in einer meiner früheren Mitteilungen.[1] Ein Stammquerschnitt einer anderen Art *Heterangium polystichum*[2] ist in Taf. I, Photo 4, dieser Mitteilung abgebildet. Beide Arten sind schon durch die Anzahl der am Querschnitt außerhalb des Sekundärholzes liegenden freien Blattspurstränge zu unterscheiden. *H. Schusteri* zählt deren nur wenige, bis fünf, *H. polystichum* bis 13. In nähere Ausführungen über diese Arten will ich an dieser Stelle nicht eingehen, da ich auf Grund meines umfangreichen Materiales die Ostrauer Arten von *Lyginodendron* und *Heterangium* gemeinsam bearbeiten werde.

Von anderen interessanten Funden seien z. B. noch erwähnt *Sphenophyllum* sp., *Traquairia* sp., *Lepidocarpon* sp. und *Spencerites membranaceus* Kub.

Dieser Unterschied in den Floren der beiden heimischen Kohlenfelder hat mehrere Gründe. Alle von mir aus den Ostrauer Knollen angeführten Pflanzenarten gehören schon allein auf Grund der Analogie[3] mit den Vorkommnissen in englischen paralischen Kohlenfeldern zur Flora der Carbonsümpfe. So ganz besonders *Lyginodendron* (mit *Lagenostoma*) und *Sphenophyllum*, von denen noch nie Reste in den roof-nodules (Hangend-Knollen) gefunden worden sind. Die Reste dieser Sumpfflora sind ganz allgemein in den Flözknollen (»coal balls« der Engländer) erhalten. Diese coal balls kommen im Flöz selbst vor zum Unterschiede von den roof nodules, die im Hangenden zu finden sind und Reste einer ganz anderen Flora, und zwar einer Landflora bergen. Die Kohlenablagerungen des Radnitzer Kohlenbeckens sollen wohl nach C. Ettingshausen auch hauptsächlich aus Landpflanzen bestehen, der Hauptgrund für die Verschiedenheit zwischen den aus den Knollen von Ostrau und Radnitz gewonnenen Pflanzenresten

---

[1] Kubart I (siehe auch II).

[2] Diesen Artnamen wähle ich auf einen Vorschlag von D. H. Scott.

[3] Stopes und Watson, l. c.

besteht aber nach meiner Ansicht darin, daß das Radnitzer Kohlenbecken aus Süßwassermooren hervorgegangen ist.

Leider ist es mir bis heute nicht gelungen, Hangendknollen aus Ostrau zu erhalten, es ist übrigens überhaupt fraglich, ob heute dortselbst solche noch aufzufinden sein werden, da die einzige kleine Fundstelle der Knollen längst abgebaut ist, und, wie Herr Direktor Mittag mir mitteilte, in Kürze überhaupt nicht mehr passierbar sein wird. Allerdings steht mir ein reiches Material von Ostrauer Knollen zur Verfügung, aber es scheint, daß Hangendknollen darinnen nicht vorkommen, denn bis heute habe ich keinen derartigen Knollen gefunden. Da in den einzelnen Flözknollen regelmäßig viele Pflanzenstücke aufgespeichert sind, die Hangendknollen aber gewöhnlich nur ein Bruchstück enthalten, so hat man einigermaßen die Möglichkeit die Knollen zu unterscheiden. Immerhin ist dies kein völlig sicheres Unterscheidungsmerkmal und diese Materiallücke bedeutet einen großen Schaden für die genaue Durchforschung der Ostrauer Carbonflora.

Aber auch das geologische Alter spielt hier wohl sicher eine große Rolle. Die Ostrauer Schichten gehören dem unteren produktiven Carbon an; die Radnitzer, welche sich äußerst schwierig parallelisieren lassen, gehören aber zu einem jüngeren Horizonte und lassen sich etwa, wie Katzer[1] nach E. Weiss anführt, mit den Ottweiler-Saarbrücken Schichten parallelisieren, das ist etwa mittleres produktives Carbon.

Die hohe Wichtigkeit einer genauen Durchforschung der Kieselknollen von Radnitz-Břaz ist aus den dargelegten Tatsachen wohl hinreichend klar. Wir haben hier das erstemal die Möglichkeit in die Organisation der Pflanzen von zwei relativ nahen Kohlenbecken verschiedener Entstehung Einblick zu tun, die im Alter zwar nicht ganz gleich sind, aber doch einem großen Abschnitt einer Epoche angehören. Es heißt nur mutig zugreifen, der Erfolg ist sicher.

Abschließend sei noch bemerkt, daß das Radnitzer Becken auch überaus reich an Samen ist. Im Prager Museum ist eine

[1] Katzer, l. c.

ganz nette kleine Kollektion dieser Samen zusammengestellt; es sind deren über 30. Viele von ihnen werden zwar verschiedene Erhaltungszustände einzelner bekannterer Samentypen sein, viele zu den Cordaiten gehören, aber ich glaube auch an ganz neue Resultate.

Literaturnachweis.

1. Corda A. J., Flora protogaea (1845), Berlin 1867.
2. Ettingshausen C., v., Die Steinkohlenflora von Radnitz in Böhmen, 1852.
3. Feistmantel C., Beiträge zur Steinkohlenflora von Radnitz. Sitzb. d. kön. böhm. Gesellschaft der Wissensch. in Prag, Jahrg. 1865.
4. Katzer F. Geologie von Böhmen, 1892.
5. Kubart B., I. Pflanzenversteinerungen enthaltende Knollen aus dem Ostrau-Karwiner Kohlenbecken. Dieser Sitzber., Bd. 117.
6. — II. Untersuchungen über die Flora des Ostrau-Karwiner Kohlenbeckens: I. Die Spore von *Spencerites membranaceus* n. sp. Denkschr. d. kais. Akad., Wien, Bd. 85.
7. Solms-Laubach H. zu, Einleitung in die Paläophytologie, Leipzig 1887.
8. Stopes M. C., Plant-containing nodules from Japan. Quart. Journ. Geol. Soc., London 1909.
9. Stopes M. C. and Watson D. M. S., On the present distribution and origin of the calcareous concretions in coal seams, known as »coal balls«.
   Phil. Transactions of the Royal society of London, Ser. *B*, Vol. 200.
10. Stur D., Die Carbonflora der Schatzlarer Schichten. Abh. d. Geologischen Reichsanstalt, XI. Bd., 1. Abt., Wien 1885.
11. Williamson W. C., On the organisation of the fossil plants of the coal-measures, Part IV, 1872.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Photo 1. Photographie in auffallendem Lichte von der Seite *A* der Platte mit *Calopteris dubia* Corda und *Palmacites carbonigerus* Corda. Vergrößerung 14.

s = angeschnittener Sorus, vermutlich identisch mit *Chorionopteris gleichenioides* Corda.

x = Verbindungsstelle des Blattes, an dessen Rande der Sorus befestigt ist, mit der Farnrhachis *Calopteris dubia* Corda.

» 2. *Chorionopteris gleichenioides* Corda. Längsschnitt durch einen Sorus. Vergrößerung 90.

» 3. *Heterangium paradoxum* Corda. Querschnitt durch ein Stämmchen. Vergrößerung 30.

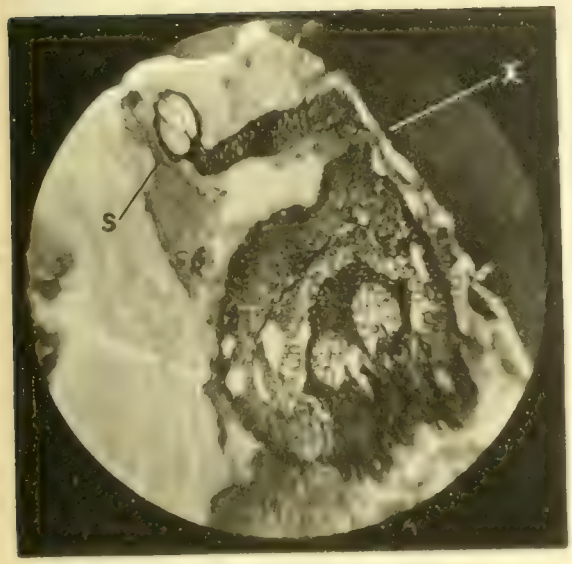
» 4. *Heterangium polystichum* nov. spec. Querschnitt eines Stammes. Vergrößerung 8. Sammlung Kubart, Schliff 50.

Tafel II.

Photo 1. *Lyginodendron austriacum* Kub. Ein Stück eines Stammquerschnittes. *i* = Innenrinde. Vergrößerung 12. Sammlung Kubart, Schliff 53, O.

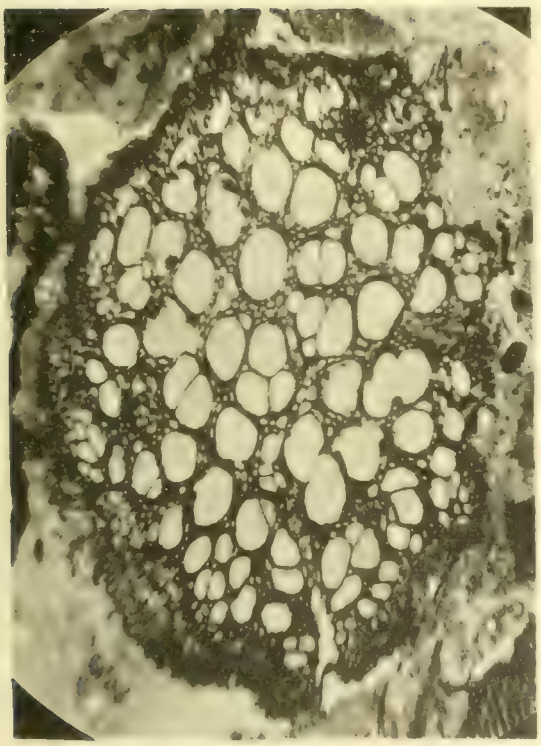
» 2. *Lagenostoma* spec. Längsschnitt. Vergrößerung 7. Sammlung Kubart, Schliff 105 K.

» 3. *Lyginodendron lacunosum* nov. spec. Querschnitt eines Stammes. *i* = Innenrinde. Vergrößerung 5. Sammlung Kubart, Schliff 106 K.

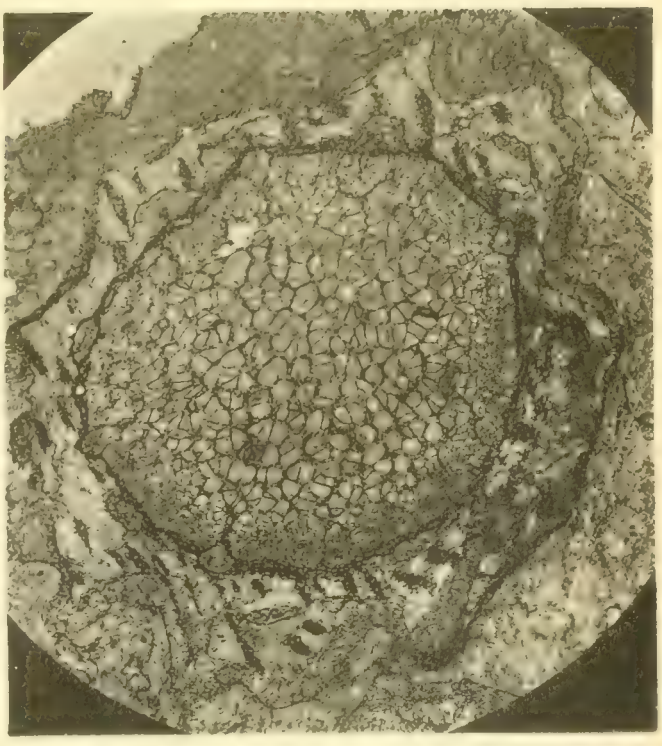


1

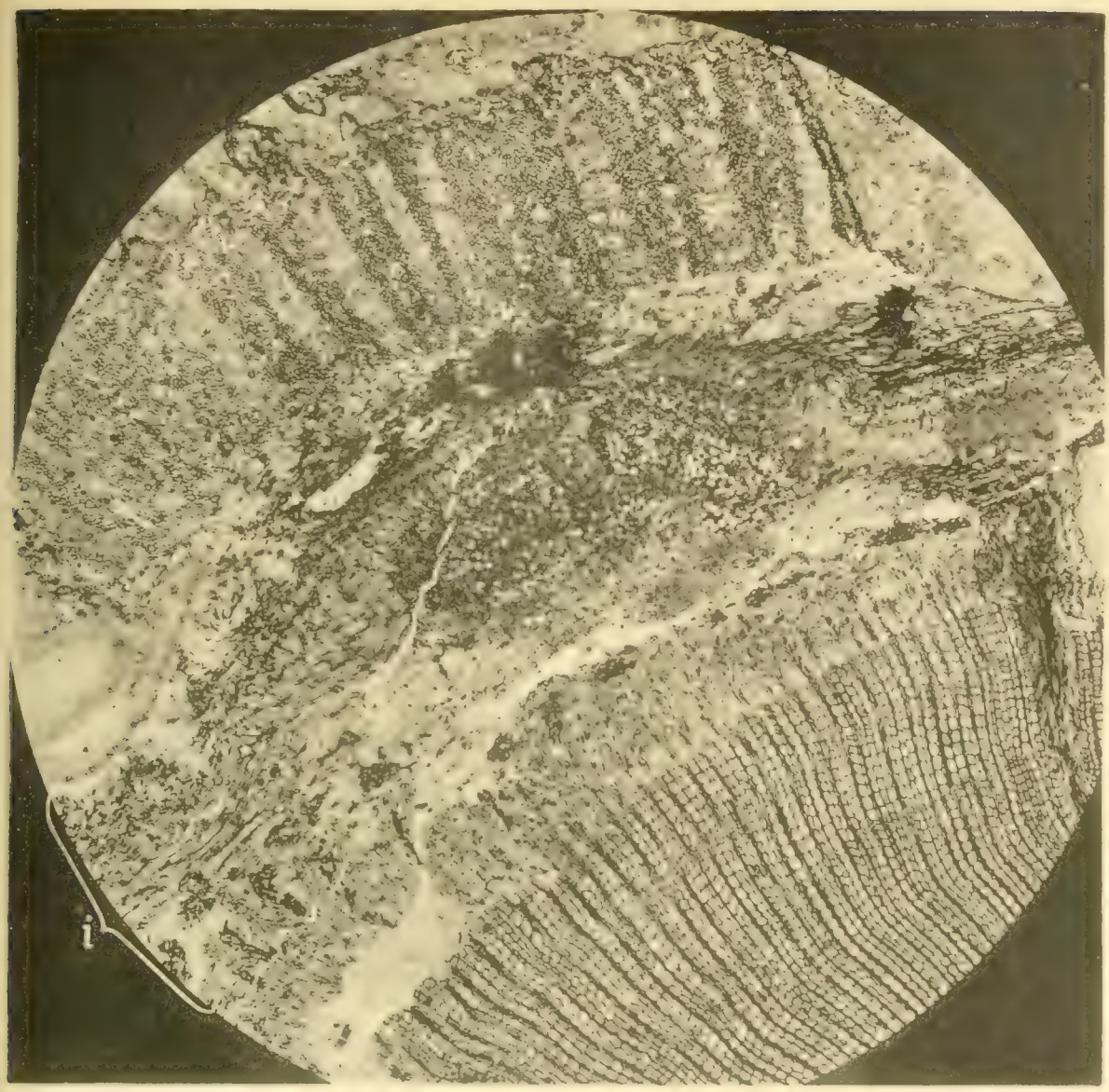
2



phot. Dr. B. Kubart. 3

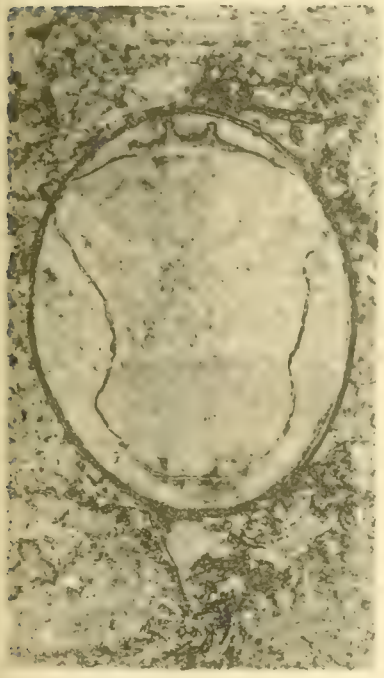


4 Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

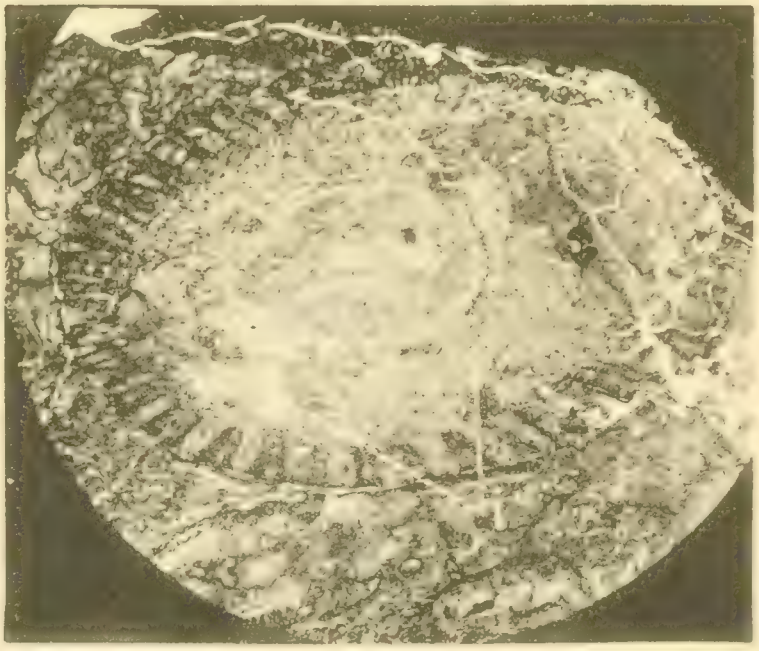


1

2



3



phot. Dr. B. Kubart.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Der Spaltöffnungsapparat der Palmenblätter

von

Dr. **Karl Rudolph** (Prag).

(Mit 2 Tafeln und 10 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Oktober 1911.)

Gelegentlich der fortgesetzten physiologisch-anatomischen Untersuchung des von Herrn Prof. Czapek auf Java gesammelten Palmenmaterials[1] beobachtete ich bei den Gattungen *Martinezia* und *Acrocomia* eine interessante Variante der xerophytischen Anpassung im Spaltöffnungsapparat, wie sie mir in gleich ausgeprägter Weise aus der Literatur noch nicht bekannt geworden ist. Die diesbezüglichen Studien führten mich dann auf die sorgfältige Arbeit Bobisut's[2] »Zur Anatomie einiger Palmenblätter«, die mir im Verein mit den eigenen Untersuchungen die große Mannigfaltigkeit in den Anpassungen des Spaltöffnungsapparates bei dieser Familie vor die Augen treten ließ. Dies veranlaßte mich, meine Untersuchungen auf einen größeren Kreis von Formen auszudehnen, wozu mir das reiche lebende Palmenmaterial des Prager deutschen botanischen Gartens zur Verfügung stand, für dessen gütige Überlassung ich der Direktion desselben hiermit meinen Dank abstatte.

Ich ging bei dieser Arbeit auch von der Hoffnung aus, daß die eingehende vergleichende Untersuchung eines Komplexes von Anpassungsmerkmalen innerhalb eines geschlossenen Formenkreises auch einige deduktive Schlüsse von der Phylogenie der Familie auf die Entstehungsgeschichte dieser

[1] Vergl. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. in Wien, 1911, XXIX, 39.

[2] Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Klasse, 113. Bd., 345, 1904.

Anpassungen gestatten und damit einen Beitrag zu der von O. Porsch in seiner Arbeit »Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie« propagierten »Phylogenetischen Histologie« und zwar zu demselben Kapitel derselben liefern könnte. Den Anstoß dazu gab mir die Konstatierung verschiedenartiger Ausbildungsstufen der Merkmale, die sich zu Stufenleitern eines möglichen Entwicklungsganges zusammenstellen ließen.

Außer der oben zitierten Arbeit von Bobisut, in welcher er die Blattanatomie, in Sonderheit den Spaltöffnungsapparat von sechs Gattungen und Arten eingehend beschreibt und der Untersuchung des Blattes von *Borassus flabelliformis* durch R. Eberwein[1] sind nur noch in den Arbeiten von Pfister[2] und Koop[3] einige Spaltöffnungen von Palmenblättern, meist aber wenig eingehend beschrieben worden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind in der unten folgenden Übersicht mit aufgenommen. Ich selbst untersuchte 38 Arten von 29 Gattungen. Die Bezeichnung derselben erfolgt mit dem Namen, unter dem sie im hiesigen botanischen Garten kultiviert werden. In diesem untersuchten Material sind die meisten der von Drude[4] unterschiedenen Unterfamilien und Triben der Palmen repräsentiert, so daß damit wohl eine annähernde Übersicht über die Variationsweite des Spaltöffnungsapparates innerhalb dieser Familie gewonnen ist.

Auf Grund dieser Untersuchung kann ohne Zweifel konstatiert werden, daß sich aus all den verschiedenen Ausbildungsformen des Spaltöffnungsapparates der Palmen auch hier ein gemeinsamer Grundtypus in Gestalt und Anordnung von Schließ- und Nebenzellen abstrahieren läßt, daß also auch hier diesem Anpassungsmerkmal »ein phylogenetisches Moment«,

---

[1] R. Eberwein, Zur Anatomie des Blattes von *Borassus flabelliformis*. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, 1903, Bd. 112, p. 67.

[2] R. Pfister, Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Sabaleenblätter. Diss. Zürich, 1892.

[3] A. Koop, Anatomie des Palmenblattes mit besonderer Berücksichtigung ihrer Abhängigkeit von Klima und Standort. Beih. z. bot. Centralbl., XXII, 1907, p. 85.

[4] Engl. Prantl, Nat. Pflanzenfam., II, 3.

wie sich Kjelmann[1] ausdrückt, innewohnt. Dieser Grundplan, der »Palmentypus«, ist das gemeinsame Erbstück aller Gattungen, in die sich die Familie ausgegliedert hat. Er wird am besten wohl durch mesophytische Palmen, welche keine extremen sekundären Anpassungen erfahren haben, repräsentiert. Ein Beispiel geben etwa die Fig. 1 bis 3, Taf. I.

Die Schließzellen entsprechen dem gewöhnlichen *Amaryllis*-Typus. Um jede Schließzelle (*s*, Fig. 2) schmiegt sich dann seitlich eine schmale Nebenzelle (*n*), deren Rückwand mit der Schließzellenrückwand parallel bogenförmig verläuft. Alle vier Zellen stützen sich dann gemeinsam an je eine Polzelle (*p*), die in ihren Umrissen meist auch deutlich von den übrigen Epidermiszellen differenziert ist.

Ebenso charakteristisch ist das Querschnittsbild (Fig. 1). Die Schließzellen sind in der Regel etwas größer als die Epidermiszellen. Die Nebenzellen umklammern sie auch in dieser Ansicht bogenförmig mit meist rechtwinklig geknickter Rückenwand. Ihre untere Hälfte ragt tief in das Hypoderm hinunter und die freie Innenwand wölbt sich noch mehr weniger weit unter die Schließzellen vor. Auch die Polzellen tauchen bisweilen noch in das Hypoderm hinunter. Im Längsschnitt zeigt das Lumen der Schließzellen immer hantelförmige Gestalt (Fig. 6, 28). Die Verdickungsleisten verjüngen sich also gegen die Pole hin.

Die Untersuchung ergab dann weiter, daß auch die Hypodermzellen, welche den Eingang in die Atemhöhle umkränzen, wesentlich an der Konstruktion des ganzen Spaltenapparates und deren Abänderungen beteiligt sind. Diese Eingangszellen (Fig. 3, *e*), wie ich sie in der Folge kurz bezeichnen will, treten meist in Vierzahl auf und zeigen gegen die Atemhöhle hin eine winklige Einstülpung, die sich mit denen der Nachbarzellen zur Bildung einer viereckigen Eingangsöffnung zusammensetzt (Fig. 3).

Die Zahl der durch ihre Gestalt von den übrigen Epidermiszellen abweichenden Neben- und Polzellen kann in einigen

[1] Über die Veränderlichkeit anatomischer Charaktere. Bot. Centralbl., 30. Bd., 1887.

Fällen auch noch erhöht werden, doch hat diese Differenzierung an dem Funktionieren des Apparates kaum mehr einen Anteil.

Der damit geschilderte Palmentypus ist gewiß kein einzig dastehendes Merkmal. Ganz ähnliche Zellgruppierungen und Gestaltungen finden sich auch bei ganz entfernten Familien wieder. Ich verweise z. B. auf die Abbildungen von *Opuntia lasiacantha* bei Porsch, l. c., T. IV, 3, 4. Aber die Konstanz, mit der dieser Grundplan bei der ganzen Familie festgehalten wird und bei allen Variationen immer verwandte Flächen- und Querschnittsbilder gibt, verleiht ihm ohne Zweifel den Wert eines altvererbten Organisationsmerkmales.

Dieser Grundplan wird nun in jedem seiner Bestandteile einzeln variiert und die Variationen bilden in den meisten Fällen unverkennbare Anpassungen.

Ich beginne mit der Darstellung der an den Schließzellen zu beobachtenden Konstruktionsvarianten.

Wenn ich im vorstehenden den *Amaryllis*-Typus als Grundtypus für die Schließzellen der Palmen hingestellt habe, so muß ich jetzt noch hinzufügen, daß daneben noch eine scheinbar ganz abweichende Ausgestaltung derselben vorkommt, welche im hohen Grade dem bekannten Typus der Gramineen und Cyperaceen entspricht. Dieser Gramineentypus wurde zuerst von Bobisut bei *Chamaerops humilis* beobachtet. Ich fand ihn dann noch bei einer größeren Zahl von Gattungen wieder, die sich auf die meisten Unterfamilien der Palmen verteilen, derart, daß oft von zwei nächst verwandten Gattungen, z. B. *Chamaerops* und *Trachycarpus*, die eine *Amaryllis*-, die andere Gramineentypus zeigt.

Während beim Normaltypus die Verdickungsmasse im Innern der Schließzellen sich auf die obere und untere Ecke der Bauchwand beschränkt, die Rückwand aber gänzlich dünnwandig bleibt, sehen wir z. B. am medianen Querschnitt von *Archontophoenix Alexandrae*, Fig. 4, oder von *Ptychosperma elegans*, Fig. 8, daß hier die Verdickung über die Außen- auf die Rückenwand übergreift und bis über die Hälfte derselben hinunterreicht. Die Innenwand ist in gewöhnlicher Weise verdickt, so daß nur ein schmaler Streifen am Grunde der Rücken- und in der Mitte der Bauchwand unverdickt bleibt. Diese

zwei Streifen sind auch die einzigen nicht kutinisierten Stellen der Wandung. Das bedeutend verengte Lumen hat dabei eine schief keilförmige Gestalt angenommen. Verfolgen wir dann die Querschnittsbilder gegen die Pole zu, so sehen wir, daß die Verdickung zuerst von der Bauch- und Innenwand verschwindet, während die Rückwand noch weiter hinaus verdickt bleibt (vergl. Fig. 9, 10 von *Howea Forsteriana*). Erst nächst dem Pole ist auch hier die Auflagerung verschwunden und die Zelle ringsum dünnwandig (vergl. Fig. 12, *Calamus cinnamomeus*). Dieses Verhalten ergibt dann in der Flächenansicht (Fig. 7, 13) das bekannte Bild der Gramineenschließzellen, wo infolge der starken Verdickung in der Mitte das Lumen nur an den Polen durchscheint, in Form der bekannten Polkugeln, die dort durch ihre Erweiterung oder Verengerung allein das Öffnen und Schließen des Spaltes bewirken. Daß auch hier die Bewegung der Schließzellen in gleicher Weise erfolgt, zeigt das Bild der geöffneten Spalte, Fig. 13, aus dem klar zu entnehmen ist, daß sich die Spaltenwände parallel zu sich selber ohne Krümmung verschieben. Bei *Chamaerops* ist auch in gleicher Weise wie bei den Gramineen eine Einschnürung der Schließzellen in der Mitte am Längsschnitt zu beobachten (Fig. 28).

Bei *Calamus* und *Daemonerops* sind die Schließzellen im Querschnitt gesehen, in der unteren Hälfte senkrecht zur Blattfläche in die Länge gezogen, etwas nach unten verjüngt und stark verdickt, so daß die Zentralspalte und das schiefe, elliptische Lumen etwas über die Mitte zu liegen kommen (Fig. 11, 12). Die Pole sind wieder ringsum dünnwandig. Es resultieren Querschnitts- und Flächenbilder, welche stark an die von Porsch, l. c., T. IV, Fig. 10 bis 13 gegebenen Abbildungen von *Juncus glaucus* erinnern.

Den Gramineentypus fand ich schließlich auch noch bei *Sabal mexicanum* wieder (Fig. 14). Von Pfister und Koop gegebene Querschnittsbilder anderer Arten der Gattung entsprechen den eigenen Befunden. Bei dieser Palme ist, offenbar durch den Zwang einer eigentümlich festen Verbindung mit den Nebenzellen, der ganze Umriß der Schließzellen im Querschnitt stark verändert.

Die Nebenzellen sind dort, wo sie an die Schließzellen ansetzen, außerordentlich stark verdickt und die Verdickung greift noch auf die letzteren über. Die Schließzellen sind dadurch in ihrem oberen Teile eingezwängt und an der normalen Auswölbung der Rückenwand verhindert, welche sich dafür in der unteren Hälfte um so stärker in die Nebenzellen hinein ausbaucht, so daß das Lumen und die Rückwand eine Knickung in der Mitte erfahren. Die Vorhofleisten berühren sich, dann aber erweitert sich die Spalte mit nur schwacher Andeutung der Zentralspalte allmählich nach innen und die Hinterhofleisten sind zurückgezogen und umrahmen eine weite Opisthialöffnung, die in eine enge Atemhöhle führt. Der Gramineentypus tritt nur in der Flächenansicht hervor. Der Öffnungsmodus der Spalte muß hier ein ganz anderer sein, wenn überhaupt eine Beweglichkeit vorhanden ist. Der obere Teil der Schließzellen ist jedenfalls unbeweglich fest fixiert, nur der unteren Hälfte ist Spielraum gegeben, z. B. zu einer Drehung um die Gelenkstellen *a* und *b*, Fig. 14. Durch das schief gestellte Lumen und die starke Zurückziehung der Hinterhofleisten klingen diese Spaltöffnungen entfernt an den Gymnospermentypus an.

In allen untersuchten Fällen, wo die Schließzellen innen nach dem Gramineentypus ausgestaltet sind, sehen wir im übrigen den Grundplan des Palmentypus in Anordnung und Gestalt der Neben- und Polzellen und meist auch im äußeren Umriß der Schließzellen treu gewahrt und wir finden, wie erwähnt, bei nächstverwandten Gattungen nebeneinander Liliaceen- und Gramineentypus. Das spricht wohl dafür, daß einer aus dem anderen durch metaplastische Umprägung hervorgegangen ist. In den meisten Fällen zeigen die Blätter dieser Arten gleichzeitig deutlich xerophilen Bau, so daß wir wohl auch die Ausbildung des Gramineentypus für eine xerophile Anpassung halten dürfen, deren Vorteil in der verringerten, möglichen Öffnungsweite der Spalte und im Verdunstungsschutz, der den Schließzellen selbst durch die mächtige, kutinisierte Verdickung gewährt wird, liegen dürfte. Der Schutz der Schließzellen wird dann noch durch die Polzellen unterstützt, welche oft die unverdickten Polkugeln überwölben (Fig. 7),

wie noch weiter unten ausgeführt werden wird. Der Gramineentypus würde demnach hier ein Anpassungsmerkmal bilden. Ein ganz ähnliches Verhalten schildert Porsch von den Juncaceen, wo je nach den Standortsverhältnissen bei Arten derselben Gattung Gramineen- oder Liliaceentypus auftritt.

Dieses übereinstimmende Verhalten in den Bauverhältnissen des Spaltöffnungsapparates bei Palmen, Liliflоren und Glumiflоren könnte wohl Hand in Hand mit mancherlei anderen Parallelerscheinungen in den Anpassungsmerkmalen, auf die ich schon in meiner letzten Arbeit hingewiesen habe, auf gemeinsame Wurzeln hindeuten.

Zur Ausbildung des Gramineentypus ist es aber auch noch an anderen entfernten Stellen des Systems, so bei verschiedenen Dikotylen, Gymnospermen z. B. *Boweia* (siehe Porsch, l. c., Taf. I, Fig. 1) gekommen.

Die nach dem *Amaryllis*-Typus gebauten Spaltöffnungen zeigen nur quantitative Schwankungen der inneren Verdickungsmassen. So sind z. B. bei *Martinezia* (Fig. 19) die inneren Verdickungsleisten der Bauchwand stark konvex in das Lumen der Schließzellen vorgewölbt, während sie bei der hygrophytischen Gattung *Pinanga* (Fig. 18) soweit reduziert sind, daß das Lumen fast kreisförmig wird.

Zu diesen verschiedenen Typen in der inneren Ausgestaltung der Schließzellen treten nun weiter interessante Varianten der äußeren Membranskulpturen, die für die Transpirationsgröße und damit für die Ökonomie der Pflanze durchaus nicht gleichgültig sein können. Für die physiologische Beurteilung derselben können uns die Untersuchungen Renner's »Zur Physik der Transpiration«[1] die sichersten Grundlagen abgeben.

Nach den theoretischen und experimentellen Feststellungen Renner's, die auf die Arbeiten von Brown und Escombe[2] aufbauen, ist »die Menge des durch einen Spaltöffnungsapparat hinausdiffundierenden Wasserdampfes hauptsächlich abhängig von den Dimensionen des Spaltöffnungsporus — und zwar

[1] Flora 1910, 100. Bd., p. 451.

[2] Philos. Transact. Roy. Soc. London, Ser. B, Vol. XCIII. 1900.

direkt proportional der Querschnittsfläche, umgekehrt proportional der Länge — und von der Differenz zwischen der Spannung des Wasserdampfes in den Interzellularen und der Spannung in der umgebenden Atmosphäre« (Renner, l. c., p. 462). Die »wirksame Länge« des Porus ist bestimmt durch den Abstand des Maximums der Dampfspannung von dem durch die Außenluft gegebenen Minimum (p. 453). Das Maximum der Dampfspannung wird aber nach Renner bereits in der inneren Atemhöhle erreicht, soweit dieselbe nicht kutinisiert ist, so daß sich diese Länge mit dem Ausmaß der inneren Kutinisierung bemißt.

Aus der Abhängigkeit von der Querschnittsgröße der Spalte folgt weiter, »daß jede auch nur stellenweise Erweiterung der Spalte den Widerstand gegen die Diffusion verringert« und umgekehrt jede Verengerung erhöht und somit die Transpiration verlangsamt.

Die Mehrzahl der untersuchten Palmen zeigt die gewöhnliche Gliederung des Kanals in Vorhof, Zentralspalte und Hinterhof. Die Cuticula kleidet in der Regel die ganze Schließzellenspalte aus und setzt sich gewöhnlich auch noch auf die Innenwände der Nebenzellen fort (vgl. Fig. 19, Taf. II). Daß die Mächtigkeit der Cuticularleisten sehr variabel ist, wird uns nicht wundern, da wir ja genug Belege haben, daß auch bei derselben Art die Entwicklung derselben nach den Standortsverhältnissen bedeutend schwankt. Eine auffallend starke Förderung der Vorhofleisten fand ich bei *Pinanga lepida* (Fig. 18). Die Erscheinung bildet hier das einzige xerophytische Merkmal dieser sonst ihrem Standort entsprechend mehr weniger hygrophytisch gebauten Palme. Durch diese großen steil schräg aufwärts gerichteten Leisten wird der Vorhof bedeutend überhöht und damit ein Äquivalent für eine äußere Atemhöhle, eine Verlängerung des Porus geschaffen. Bei *Phoenix Roebelinii* (Fig. 15) sind die Cuticularleisten ebenfalls hypertrophiert, dabei aber derartig gebogen und gestellt, daß ein voller Verschluß der Zentralspalte unmöglich gemacht wird, worin wohl eher eine unter Umständen schädliche Aberration erblickt werden könnte.

Bei den untereinander nahe verwandten Gattungen *Caryota, Arenga* und *Wallichia* erscheint eine feine Querrippung auf der Außen- und Innenfläche der Leisten, für die ich keine ökologische Deutung zu geben wüßte, die vielleicht ein systematisch verwendbares Gruppenmerkmal darstellt.

Mit der Größe und Stellung der Cuticularleisten schwankt auch die Weite der Eisodial- und Opisthialöffnung. So fand ich bei *Chamaerops humilis* durch starke Zurückziehung der Leisten den Durchmesser derselben besonders groß. Renner sagt gelegentlich: »Wenn Eisodial- und Opisthialöffnung bleibend geöffnet sind, so genügt eine unbedeutende Öffnungsweite der Zentralspalte, um eine beträchtliche Transpiration zu erlauben« (p. 456). Bei derselben Palme ist durch die Umprägung der Schließzellen zum Gramineentypus die Öffnungsmöglichkeit derselben bedeutend eingeschränkt. Diese xerophile Anpassung sehen wir nun durch das bleibende Offenstehen von Vor- und Hinterhof teilweise wieder aufgehoben. Ich erwähne dieses Beispiel nur, um zu zeigen, wie kompliziert das Zusammenwirken der adaptiven Varianten in der Spaltöffnungskonstruktion zu deuten ist.

Bei anderen Gattungen, z. B. bei *Calamus*, ist die Vor- und Hinterhofbildung fast ganz unterdrückt, so daß der Porus eine durchgehends enge Spalte bildet, welche einen erhöhten Diffusionswiderstand hervorrufen muß.

Eine besondere Eigentümlichkeit der Palmenspaltöffnungen, die wieder ganz regellos an verschiedenen Stellen des Systems in Erscheinung tritt, ist die Neigung zur Bildung sekundärer Vorsprungsleisten an den Spaltenwänden.

Einen verhältnismäßig einfachen Fall veranschaulichen einige *Phoenix*-Arten (Fig. 16). Die Schließzellen besitzen hier an ihrer Außenseite eine kräftige Kutinauflagerung. Auch der Vorhof erscheint fast ganz davon ausgefüllt und in der Mitte desselben springt noch eine dünne Leiste vor, welche ihn in einen engen äußeren und inneren Kanal teilt. Diese Vorsprünge müssen, auch wenn sie nicht zusammenstoßen, nach obigen den Diffusionswiderstand des Porus steigern. So hat z. B. Renner durch Anbringung eines Diaphragmas mit enger Öffnung auf einen die äußere Atemhöhle nachahmenden Auf-

satzzylinder seines künstlichen Spaltöffnungsapparates die Depression der Transpiration von 7·6% auf 18% gesteigert. Die Wirkung derartiger Abänderungen ist also nicht unbeträchtlich.

Einige Arecineen mit »Gramineen«-Schließzellen besitzen auch, wie *Chamaerops*, eine sehr weite Eisodialöffnung, die durch steile Aufrichtung der Vorhofleisten zustande kommt (vgl. Fig. 8). Hier wird aber wieder durch sekundäre Vorsprungsleisten eine Kompensation geschaffen (Fig. 8, 9). Diese sind zwar auch senkrecht nach außen gerichtet, stehen aber unmittelbar über dem Ausgang der Zentralspalte, so daß dadurch der enge Teil des Porus verlängert wird.

Der extremste Fall der Gliederung der Spalte tritt uns bei der Mangrovepalme *Nipa fruticans* entgegen, deren Spaltöffnungen schon mehrfach beschrieben und abgebildet wurden, so von Bobisut, l. c., Koop, l. c. und Holtermann.[1] Es treten hier an der Spaltenwand sowohl im Vorhof wie im Hinterhof mehrere Vorsprünge auf, denen Ausnehmungen auf der Gegenseite entsprechen, so daß eine mehr weniger regelrechte Verzahnung der Schließzellen zustande kommt. Ganz gleiche Verhältnisse fand ich bei *Hyophorbe indica* (Fig. 17) und *Hydriastyle Wendlandiana* wieder. Durch diese Verzahnung wird eine gegenseitige Verschiebung der Schließzellen senkrecht zur Blattfläche erschwert. Doch dürfte wohl kaum darin der Vorteil der Einrichtung, wenn wir nach einem solchen suchen wollen, zu erblicken sein, da eine entsprechende Gefahr kaum in Frage kommt. Dagegen wird, wie es Bobisut schon deutet, durch diese Bildung der Wasserdampf gezwungen, einen geschlängelten und dadurch viel längeren Weg zu passieren, was wieder verzögernd auf die Transpiration wirken muß.

Daß die Neigung zur Bildung dieser inneren Vorsprünge der Spalte bei den Palmen allgemeiner verbreitet ist, zeigt sich darin, daß auch bei Gattungen noch anderer Triben und Unterfamilien ähnliche Skulpturen gelegentlich auftreten können, so beobachtete ich sie vereinzelt z. B. bei *Martinezia*.

---

[1] C. Holtermann, Der Einfluß des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe. Leipzig 1907.

Die Form und Mächtigkeit dieser Spaltenskulpturen ist übrigens bei derselben Art nach den Standortsverhältnissen sehr variabel. Das zeigen uns aufs schönste die Abbildungen der Spaltöffnungen, die uns Holtermann einmal von Blättern einer *Nipa*, die in der Mangrove gewachsen war (l. c., Fig. 99), das andremal von einem Exemplar, das im Garten von Peradeniya gezogen worden war (Fig. 100), gibt. Bei der Mangrovepflanze sind die Spaltöffnungen eingesenkt und die Vorsprungsleisten sind viel mächtiger als bei den oberflächlich liegenden Spaltöffnungen des Gartenexemplars. Zum Vergleich können in demselben Sinne auch die dort abgebildeten Stomata von *Rhizophora mucronata* verschiedener Standorte herangezogen werden. Holtermann erblickt darin beweisende Beispiele für eine »zweckmäßige« direkte Anpassung. Wir können uns aber, wie schon Detto darlegt, vielleicht damit begnügen, die geringere Ausbildung xerophiler Charaktere an feuchteren Standorten als Hemmungsbildungen aufzufassen. Holtermann zeichnet übrigens die Spaltenvorsprünge nicht verzahnt, sondern gegenüberstehend. Dieses Verhältnis scheint demnach bei derselben Pflanze zu wechseln.

Daß alle die geschilderten, verschiedenen Ausbildungsformen der Spalte nicht ohne Einfluß auf die Wirkung des Apparates sein können, dürfte aus dem Gesagten hervorgehen. Ob sie auch immer für die betreffenden Arten »zweckmäßige Anpassungen« darstellen, läßt sich bei dem komplizierten Zusammenwirken aller Umstände wohl nicht immer sagen, doch wird hierüber schon der Kampf ums Dasein entschieden haben, welcher nur Indifferentes (das trifft hier nicht zu) und Zweckmäßiges bestehen läßt. Mehrfach hat es den Anschein, als ob einmal erworbene Anpassungen durch andere, mehr weniger entgegengesetzt wirkende korrigiert worden wären.

Von besonderem Interesse ist dann weiters die Beteiligung der Nebenzellen an der Ausgestaltung der Spalte. Die charakteristische, typische Gestalt derselben wurde bereits eingangs geschildert. Sie sind meist doppelt so hoch als die Epidermiszellen und ragen mit ihrem unteren Teil in das Niveau des meist als Wassergewebe ausgebildeten Hypoderms. Das eigentümliche geknickte Querschnittsbild könnte wohl leicht

durch den tangentialen Druck der Epidermis und des Wassergewebes zustande gekommen sein, denn immer legen sich die seitlich nächst angrenzenden Epidermiszellen schräg auf die großen Nebenzellen, als wären sie darauf geschoben, so daß von den Nebenzellen nur mehr ein schmales Wandstück direkt an die Außenluft angrenzt. Den gleichen Transpirationsschutz, den die Nebenzellen damit erfahren, gewähren sie den Schließzellen, indem sie deren dünne Rückwand ganz umklammern, so daß die Schließzellen wie in weiche Wasserkissen eingebettet liegen. Gleichzeitig haben diese damit ein ausgiebiges Wasserreservoir zur Verfügung gestellt, das selbst wieder mit dem Wassergewebe in direkter Verbindung steht.

Der Anschluß der Schließzellen an die Nebenzellen erfolgt, soweit es die Dickwandigkeit der Außenwand erfordert, meist durch ein wohlausgebildetes äußeres Hautgelenk. Nur selten fehlt es gänzlich, wie bei Sabal (Fig. 14), oder es ist weiter zurückgerückt wie bei *Ceroxylon andicola* (Bobisut, l. c., Taf. III, Fig. 1). Die freie Innenwand der Nebenzellen ist meist so dünn, daß es hier nicht zur Differenzierung einer besonderen Gelenkstelle kommt. In einigen Fällen, z. B. bei *Arenga* (Bobisut, l. c., Taf. II, Fig. 5), ist allerdings die Wand gerade an der Ansatzstelle stärker verdickt, dann aber bleibt noch immer der rückwärtige Teil der Innenwand frei beweglich.

Die Schließzellen sind in der Regel etwas niedriger als die Nebenzellen und diese wölben sich dann noch unter die Schließzellen in die Atemhöhle hinein vor. Auch eine Überwölbung an der Außenseite findet nicht selten statt und führt dann zur Bildung einer seichten äußeren Atemhöhle. Der innen vorgewölbte Bauch ist in der Regel noch von der Cuticula bis zum Ansatz an die Eingangszellen überzogen (vgl. Fig. 19). Dadurch erhalten nicht nur die Nebenzellen einen besonderen Verdunstungsschutz an ihrer ganzen freien Wand, sondern es wird auch gleichzeitig noch die wirksame Länge des Porus um den von diesen Vorwölbungen umgrenzten Raum verlängert und damit das Diffusionsgefälle verringert.

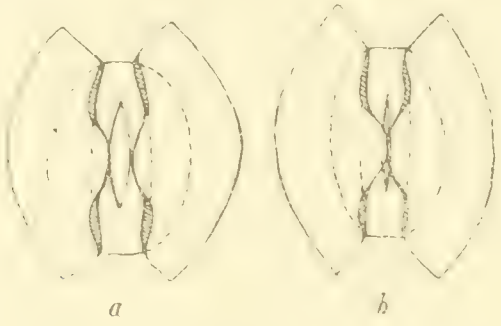
Diese Vorwölbung der Nebenzellen unter die Schließzellen erreicht nun bei einigen Gattungen einen so extremen Grad, daß sie unterhalb der Spalte zusammenstoßen. Wir haben dann

einen neuen Spaltöffnungsmodus mit doppeltem Spaltenverschluß, eine Art Doppeltür, vor uns. Am schönsten ist dieser Typus bei den nächst verwandten Gattungen *Martinezia* und *Acrocomia* (Fig. 19 bis 23) ausgeprägt. Es ergibt sich dabei ein eigentümliches Flächenbild des Spaltöffnungsapparates von innen gesehen, wie es die Fig. 21 darstellt.

Man sieht, daß sich die Vorwölbung auf den Mittelteil der Nebenzellenwand beschränkt, so daß dieser zweite Spaltenverschluß nur die breite Mitte der Opisthialöffnung und Zentralspalte verdeckt. Gegen die Pole zu treten die Wände dann wieder zurück und erfahren hier durch Verdickung eine ansehnliche Versteifung, so daß sich zwei feste, gegen die Pole konvergierende Schienenpaare bilden, die, wie die Polquerschnitte (Fig. 20 *b*) zeigen, unbeweglich fest mit der Innenwand der Schließzellen verwachsen sind. Beim Ansatz an die Polzellen tritt dann wieder eine gelenkartige Verdünnung auf. Die Wandung der »Innenspalte« ist somit differenziert in den zartwandigen, ausgebauchten Mittelteil, dem Nebenzellenbauch *a* und in die derbwandigen Polschienen *b* (Fig. 21). Beide Teile sind kutinisiert und treten daher besonders an Chlorzinkjodpräparaten scharf hervor.

Nach Untersuchung des Alkoholmateriales schien mir ursprünglich aus der Konstruktion zu folgen, daß beim Öffnen der Hauptspalte durch den hydrostatischen Druck der sich vergrößernden Schließzellen auf die Nebenzellen ein stärkeres Vorwölben des zartwandigen Nebenzellenbauches, beim Schließen ein Zurückziehen desselben eintreten müßte, daß also Hauptspalte und Innenspalte sich entgegengesetzt öffnen und schließen, sich demnach wie Haupttür und Windfangtür verhalten. Es schien gerade das der Sinn der Differenzierung zu sein, die Vorwölbung auf einen möglichst kleinen Membranteil zu beschränken und dadurch um so intensiver zu gestalten. Es bestätigten jedoch die Beobachtungen an den Blättern einer lebenden *Martinezia* im botanischen Garten diese Deutung nicht. Textfigur I *a* zeigt die Schließzellen im natürlich geöffneten, Fig. I *b* im natürlich geschlossenen Zustande. Man sieht, daß die Innenspalte gleichzeitig mit der Hauptspalte geöffnet und geschlossen ist. Dieses gleichsinnige Zusammen-

spielen von Schließ- und Nebenzellen muß ja schließlich auch erfolgen, da die Polschienen ja unbeweglich fest mit den Schließzellen, dagegen gelenkig mit den Polzellen verbunden sind. Sie müssen daher den auseinander weichenden Hinterhofleisten folgen und dabei natürlich auch den ausgebrauchten Mittelteil mitnehmen, so daß also die Innenspalte passiv durch die Schließzellen erweitert und verengt wird. Die steifen, fest angewachsenen Polschienen erscheinen besonders dazu geeignet, diese gleichsinnige Bewegung zu sichern. Die Erweiterung der Innenspalte aber an den Polen dürfte den gleichen Sinn haben wie die Gliederung des Schließzellenporus



Textfig. I.

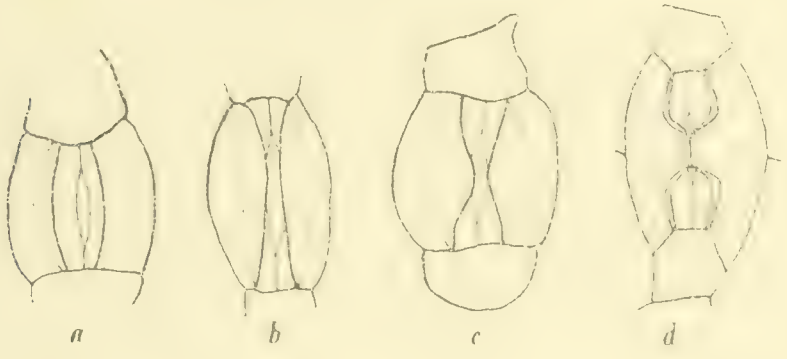
Innenansicht der Neben- und Schließzellen von *Martinezia* sp. *a* Schließ- und Nebenzellenspalte (-Innenspalte) geöffnet; *b* geschlossen. Zeiß Obj. *E*, Ok. 4, Zeichenapparat.

in Vorhof, Zentralspalte und Hinterhof, welche nach Renner, (l. c., p. 457) gestattet, die Transpiration über ein Mindestmaß zu steigern, das bei völlig gleicher Enge des Porus gegeben wäre. Die Innenspalte wiederholt also die Verhältnisse der vertikalen Schließzellenspalte in der Horizontalen. Der hydrostatische Druck in den Nebenzellen verteilt sich auf die ganze freie Innenwand und dürfte daher nirgends zu einer auffälligen Vorwölbung einer einzelnen Stelle führen, eher dürfte sogar ein Auseinanderweichen der Nebenzellenbäuche eintreten, dadurch, daß die Nebenzellen senkrecht zur Blattfläche ausgedehnt werden, analog dem Verhalten vieler Schließzellen und ihres zartwandigen Bauchteiles.

Das Turgorverhältnis zwischen Schließ- und Nebenzellen dürfte ein wechselndes sein. Bei völliger Plasmolyse mit normaler KNO_3 oder beim Anschneiden der Nebenzellen (daher

auch stets im Querschnitt) öffnete sich stets der Innenspalt, wenn auch nicht soweit wie bei normal geöffneten Spalten, offenbar infolge starker Verkürzung der Nebenzellen. Es muß also ein Minimum von Turgor notwendig sein, um völligen Verschluß der Innenspalte zu erreichen, das auch bei geschlossener Hauptspalte noch vorhanden sein muß. Auch das Schließen der Schließzellen selbst erfolgt unter Mitwirkung des Turgors der Nebenzellen, da beim Anschneiden derselben die Schließzellenspalte in der Regel geöffnet war.

Zu der vollendeten Ausgestaltung der Innenspalte bei den besprochenen Gattungen führen alle möglichen Zwischenstufen bei Gattungen verschiedenster systematischer Stellung. Einige



Textfig. II.

Entwicklungsstufen der Innenspalte. Erklärung im Text.

derselben sind in den Textfig. II *a* bis *d* dargestellt. Bei *Chamaedorea corallina (a)* sind die Innenwände der Nebenzellen in der Flächenansicht noch konkav gegen die Spalte gekrümmt, bei *Calamus cinnamomeus (b)* sind sie schon konvex nach innen gewölbt und bei *Cocos Weddeliana (c)* wie bei vielen anderen sehen wir dann schon die Ausbauchung auf die Mitte lokalisiert und die Erweiterung an den Polen angedeutet. Diese Merkmale sind dann bei *Acrocomia (d)* noch viel auffälliger entwickelt und als letzter Schritt tritt hier noch die Verstärkung der Polschienen hinzu.

Es ist wohl sehr wahrscheinlich, daß das neue Merkmal diese Stufenleiter bei seiner Entstehung durchlaufen hat. Da sich aber diese verschiedenen Stufen regellos auf das System der Palmen verteilen und keiner natürlichen Entwicklungsreihe

folgen, so müssen wir wohl annehmen, daß diese Entwicklung an verschiedenen oder allen Stellen des Systems eingesetzt hat, aber noch nicht überall zum Endziel geführt oder vielleicht hier oder dort schon wieder rückläufig geworden ist.

Eine bemerkenswerte Erscheinung ist das Auftreten von Chlorophyll in den Nebenzellen bei einigen Gattungen, ein Verhalten, das die Turgorverteilung zwischen Schließ- und Nebenzellen und das Zusammenspiel dieser beiden abweichend von den übrigen Palmen beeinflussen dürfte. Bobisut erwähnt schon die Erscheinung bei *Arenga*, ich fand sie außerdem bei allen untersuchten Arten von *Chamaedorea*.

Die Nebenzellen erhalten in ihrer Funktion als schützender Mantel der Schließzellen, wie schon erwähnt, vielfach eine Unterstützung durch die Polzellen. Diese sind aber im allgemeinen viel weniger von den übrigen Epidermiszellen differenziert, nur gewöhnlich kleiner und bisweilen auch höher und dickwandiger. Durch stärkere Emporwölbung können sie an der Bildung einer äußeren Atemhöhle teilnehmen (Fig. 6). Außerdem aber schieben sie sich öfter, wie schon oben erwähnt, etwas über die Polenden der Schließzellen vor, welche dadurch teilweise verdeckt und der Außenluft entrückt werden (vgl. *Archontophoenix*, Fig. 5, 6, 7). Die Wirkung kann noch dadurch verstärkt werden, daß rechts und links kleine Hörnchen vorgestoßen werden, welche einen Teil der Nebenzellen überdecken (Fig. 22). Bobisut hat ähnliche Gebilde bei *Arenga* beschrieben und als Verankerungsstellen für den Haarfilz gedeutet. Sie treten aber auch mehrfach bei Palmen ohne Haarkleid auf.

Schließlich erübrigt noch die Varianten in der Ausgestaltung der inneren Atemhöhle zu erörtern. Daß die Größe derselben wechselt, ist selbstverständlich. Besonders bemerkenswert sind aber einige Abänderungen am Eingang in die Atemhöhle, die, wie eingangs beschrieben, typischerweise von 3 bis 4 Eingangszellen umrahmt wird (Fig. 3). Diese Eingangszellen können dem Wassergewebe angehören, es kann aber auch das Wassergewebe hier unterbrochen und durch chlorophyllführende Schwammparenchymzellen ersetzt sein, wie z. B. bei *Martinezia*. Die Eingangszellen bilden nun zuweilen Aus-

stülpungen in die Eingangsöffnung hinein, welche dann in der Mitte mit denen der Gegenseite zusammenstoßen und so einen quer über die Atemhöhle gespannten einfachen oder verzweigten Balken unterhalb der Spalte bilden. Solche Fälle hat schon Pfister bei *Trachycarpus* und Eberwein besonders eingehend bei *Borassus flabelliformis* beschrieben; ich selbst fand ihn bei allen untersuchten *Phoenix*-Arten (Fig. 16, 25, 26) und es lassen sich Ansätze zu dieser Bildung noch bei vielen anderen Gattungen nachweisen, so daß also die Neigung zu dieser Bildung auch allgemein der Familie eigen zu sein scheint. Die Wirkung dieser Bildung besteht wohl auch in einer Erhöhung des Widerstandes für die Gasdiffusion durch Verengerung der zu passierenden Wege. Wenn auch die überbrückenden Zellen selbst nicht cutinisiert sind und selbst Wasserdampf abgeben, so wird doch durch diese Verengerung der Nachschub aus den inneren Interzellularen verzögert. Dadurch, daß sich diese Balken dicht vor die Spalte legen, wird wohl auch die austrocknende Wirkung des Windes auf die Interzellularenluft verringert. Die Deutung Eberweins dieser Brücken als Ventil, das durch den entweichenden Dampf gegen die Schließzellen gepreßt wird, ist unhaltbar, da ja die Ventildecke durchbrochen ist und daher kein hinreichend starker, einseitiger Überdruck entstehen kann.

In gleichem Sinne wirken wohl auch die bei verschiedenen Gattungen beobachteten Thyllenbildungen der Atemhöle. Als solche bezeichnet Küster[1] in die Atemhöhle hineinragende Wucherungen von Nachbarzellen, wie sie z. B. schon von Schwendener bei *Prunus Laurocerasus*, von Haberlandt bei *Tradescantia viridis* und *Pilea elegans* beschrieben wurden. Ähnlich diesen Fällen fand ich bei *Caryota mitis* (Fig. 24) mächtige Hypertrophien der Eingangszellen, welche den Eingang ganz oder teilweise verlegen. Von 92 Spaltöffnungen einer etwa $^1/_2$ *mm*^{2} großen Fläche waren 34, also über ein Drittel auf diese Weise mehr weniger verstopft und damit fast außer Dienst gestellt. Es scheint auch das ein Weg zur Verringerung der Transpiration zu sein.

[1] Path. Pflanzenanatomie, p. 106.

Bei anderen untersuchten Arten, z. B. bei *Licuala* (Fig. 27) und *Livistona* wird der Eingang nur von zwei großen Zellen umgrenzt, welche in der Mitte etwas auseinanderklaffen und so einen Spalt frei lassen, der nicht viel größer ist als die Opisthialöffnung. Unterhalb dessen schließt dann sofort das Mesophyll ohne weitere Höhlenbildung an. Diese Fälle bilden den extremsten Grad der Verengung der Atemhöhle.

Bei den Restionaceen und einigen Cactaceen sind, wie bekannt, die Wände der Atemhöhle sehr stark verdickt und kutinisiert. Auch an dieses Verhalten konnte ich entfernte Anklänge bei *Trachycarpus excelsus* konstatieren. Es sind auch hier die der Atemhöhle zugekehrten Wände stärker verdickt, was besonders im Flächenbild deutlich hervortritt und die Kutinisierung greift noch auf die Eingangszellen über.

Damit ist einigermaßen die Übersicht über die Variationen im Bau der einzelnen Bestandteile des Spaltöffnungsapparates, die alle mehr weniger Herabsetzung oder Förderung der Transpiration nach sich ziehen, erschöpft. Zu dieser reichen Fülle gesellen sich aber dann noch verschiedene Transpirationsschutzmittel, welche durch anderweitige Epidermalbildungen gewährt werden. Der üblichen Einsenkung der Spaltöffnungen wurde bereits mehrfach gedacht. Beispiele zeigen die Fig. 4, 14 und 23. Aber auch der Fall, daß mehrere Spaltöffnungen in eine gemeinsame Rinne eingesenkt sind, findet sich verwirklicht und wurde von Bobisut bei *Ceroxybon Audicola* (l. c., Taf. III, Fig. 12) beschrieben. Die Spaltöffnungen liegen hier in je einer Reihe an den beiden Wänden einer Längsrinne. Vom Grunde derselben entspringen Schildhaare, deren Stiel die Rinne überragt und deren Schildfläche die freie Außenseite derselben überdeckt.

Ein geschlossenes, schilferiges Schuppenkleid als Transpirationsschutz der Blattunterseite ist ziemlich häufig. Ein extremes Beispiel hat uns Bobisut an *Arenga saccharifera* beschrieben. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigte mir die nahe verwandte *Wallichia*. Auch hier sind die dünnwandigen Fußzellen von starken, großen Sklereiden gestützt. Der Schild löst sich am Rande in zahlreiche Schläuche auf, die sich durch Ausstülpungen untereinander zu einer geschlossenen Decke

verzahnen und verfilzen und sich außerdem, plastisch wie Wurzelhaare, dicht der Oberfläche des Blattes anschmiegen und die Konturen derselben im Negativ nachahmen. Besondere Ausstülpungen werden dabei auch in die äußeren Atemhöhlen eingesenkt, deren Innenwände besonders verdickt werden und verholzen (Fig. 29). In anderen Fällen war umgekehrt wieder ein hohles Gewölbe darüber durch Emporwölbungen der Schlauchwände gebildet (Fig. 30). Wie hier durch Haare, sind bei anderen Palmen, z. B. bei *Sabal*, Fig. 14, die äußeren Atemhöhlen durch körniges Wachs verstopft. Bei *Chamaerops humilis*, deren Blätter im ganzen von einer körnigen Wachskruste überzogen sind, sind rings um die Spaltöffnungen hohe Wachsmauern aufgerichtet, wodurch die äußeren Atemhöhlen erhöht werden (Fig. 28). Einen prachtvollen stäbchenförmigen Wachsüberzug, von langen, kräftigen, gekrümmten Wachsstäbchen gebildet, besitzt *Acrocomia sclerocarpa* (Fig. 23). Er kleidet hier auch die äußere Atemhöhle aus, während bei *Trachycarpus excelsus* der gleich geformte Überzug die Stomata frei läßt, aber rings um dieselben einen Stäbchenwald bildet, der ähnlich wie die geschlossenen Mauern von *Chamaerops* wirken muß.

Erst damit hat nun die Mannigfaltigkeit der beobachteten Schutzvorkehrungen am Spaltöffnungsapparat ihre Grenze erreicht. Die Zahlen- und Größenverhältnisse der Stomata, die gewiß auch an der Regulierung der Transpirationsgröße Anteil nehmen, wurden nicht bestimmt.

Von Interesse war es nun noch, vergleichend auch die Stomata anderer Organe, die vielleicht weniger als die Laubblätter zu einseitigen Anpassungen gezwungen sind, zu untersuchen. Es stand mir aber hierzu nur Alkoholmaterial von *Martinezia caryotifolia* und die Spatha von *Chamaerops humilis* zur Verfügung.

Die Spaltöffnungen der Außen- und Innenseite der Spatha der letztgenannten Gattung stimmen völlig mit denen der Laubblätter überein. Ebenso wiederholen die Spaltöffnungen der Perianthblätter, der Infloreszenzachsen und der Spathaaußenseite von *Martinezia* mehr weniger getreu den Laubblatttypus. Von den Spathaspalten war aber ein Teil durch mannigfaltige

Degenerationserscheinungen außer Dienst gestellt. So war öfter die Atemhöhle verstopft oder durch Verwachsung der Nebenzellenbäuche verlegt.

Auf der Innenseite der Spatha von *Martinezia* erscheinen Spalten von etwas abweichendem Bau (Fig. 31, 32). Im Flächenbild erinnern sie noch annähernd an den allgemeinen Palmentypus, doch sind die Nebenzellen viel weniger deutlich von den übrigen Epidermiszellen differenziert als beim Normaltypus, ähnlich wie es Porsch (l. c., p. 125) von den Spaltöffnungen der Keimblattscheide von *Zea Mays* beschreibt. So könnten sie auch hier das Bild einer phylogenetischen Vorstufe in der Ausdifferenzierung des Palmentypus vorstellen. Im Querschnitt sind die Nebenzellen breiter als hoch, zeigen also nicht die typische, schmalbogenförmige Gestalt mit Unterwölbung der Schließzellen. Die letzteren tragen gewöhnlichen *Amaryllis*-Typus, doch ist die Bauchwand gleichmäßig verdickt; es fehlt die gelenkartige Stelle in der Mitte, wie es Porsch auch von den rudimentären Spalten verschiedener Blütenblätter angibt. Die Spalte ist weit geöffnet. Es scheint wahrscheinlich, daß es sich hier um Wasserspalten handelt. Ähnliche Gebilde beschreibt Bobisut auch an Laub- und Hochblättern von *Nipa*.

Noch stärker als hier ist der Palmentypus bei den spärlichen, immer weitgeöffneten Spaltöffnungen der Fruchtschale von *Martinezia* verwischt.

Um die mannigfaltige Kombination der geschilderten konstanten und wechselnden Merkmale des Spaltöffnungsapparates und ihre systematische Verteilung zu zeigen, lasse ich noch eine möglichst gekürzte Übersicht über die bisher untersuchten Gattungen und Arten folgen. Bei dieser Gelegenheit will ich auch noch einige anderweitige Beobachtungen über die Laubblattanatomie der Palmen zur Mitteilung bringen und eine allgemeine Darstellung derselben voran schicken.

Die Epidermiszellen der Blätter sind immer in der Längsrichtung der Fiedern gestreckt und bei einigen Gattungen stark gewellt. Besonders hervorgehoben seien die ökologisch schwer verständlichen Fälle, wo die Außenwand derselben dünn, dagegen die Innenwand bei gleichzeitiger Kutinisierung außer-

ordentlich stark verdickt ist (*Licuala*, *Livistona*). Das für das tropische Laubblatt so charakteristische Wassergewebe fehlt selten. Die meist großen Zellen desselben stehen mit ihrer Längsachse in der Flächenansicht rechtwinkelig gekreuzt mit den Epidermiszellen, wodurch die Zerreißungsfestigkeit des Hautgewebes erhöht wird. Sie funktionieren nicht nach dem Harmonikasystem, sondern es sind in der Regel Versteifungen angebracht, welche ein Kollabieren dieser Zellschichte verhindern. So sind z. B. bei *Martinezia* die quer zur Längsachse der Fieder gestellten Wände verdickt, die Längswände zartwandig, so daß gleichzeitig für Aussteifung und leichte Stoffwanderung vorgesorgt ist oder es sind alle Wände dickwandig, dann aber reich getüpfelt. Dieselbe Wirkung müssen auch die häufig in das Wassergewebe eingelagerten Bastbündel haben, deren einzelne Fasern mitunter (z. B. bei *Cocos Weddeliana*) mauerförmig übereinander gelagert sind. Bisweilen findet eine Verdopplung des Wassergewebes statt (*Acrocomia* etc.). Aus dem Wassergewebe nimmt auch das Schwellgewebe der Fiedern seinen Ursprung, bezüglich dessen ich auf meine frühere Arbeit über die Entfaltungseinrichtungen (l. c.) verweisen kann.

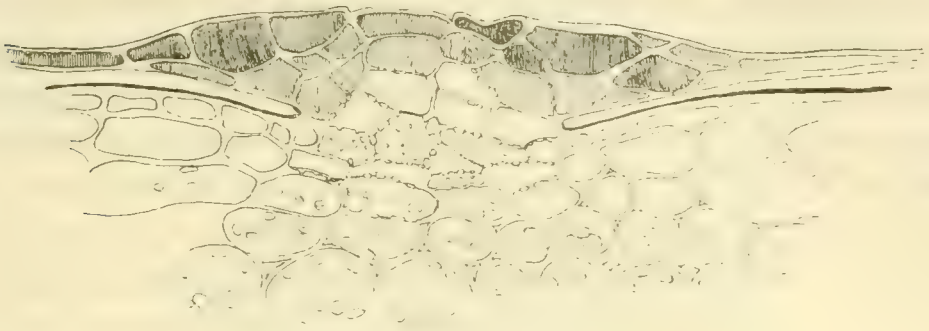
Das Mesophyll ist bald deutlich in Palisaden- und Schwammparenchym differenziert (besonders bei Xerophyten), bald ganz gleichförmig im Querschnitt mit größeren oder kleineren Interzellularen. Im letzteren Falle ist wenigstens im Längsschnitt noch häufig eine Streckung der oberen Schichten senkrecht zur Blattfläche zu erkennen. Bisweilen (bei Hygrophyten) sind auch die Mesophyllzellen quergestreckt und um die Gefäßbündel nach dem Kranztypus, d. h. radialstrahlig angeordnet. Große Raphidenschläuche, meist in der Mittelschichte gelegen, sind häufig.

Die Gefäßbündel, von abwechselnder Größe, liegen auch gewöhnlich in der Mittelschichte, nur in wenigen Fällen (*Thrinax*, *Cocos plumosa*, *Diplothemium* etc.) sind die kleineren Bündel an die subepidermalen Bastbündel angelehnt. Bezüglich des feineren Baues derselben kann ich auf Straßburger's »Leitungsbahnen« verweisen. Sie besitzen einen mehr weniger mächtigen Sklerenchymbelag ober- und unterseits, mit Durchlaß-

zonen an den Flanken. Auf diesen folgt dann nach außen die meist auffallend großzellige Parenchymscheide, die aber oft auf einige Zellen an den Flanken beschränkt ist. Die Wände derselben sind bisweilen verholzt. Queranastomosen zwischen den Gefäßbündeln sind in allen Fällen ausgebildet, aber von sehr verschiedener Mächtigkeit. Am stärksten ist ihr Bau bei *Martinezia* vereinfacht, wo sie nur aus einer einfachen Reihe von glatten Tracheiden, die nur an den gegenseitigen Berührungsflächen getüpfelt sind und aus der umgebenden Parenchymscheide bestehen. In anderen Fällen erreichen sie die Stärke mittelgroßer Längsnerven und besitzen dann meist auch einen kräftigen Sklerenchymmantel. Bei einigen Arten (z. B. *Daemonorops*, *Thrinax*) war das merkwürdige Bild zu beobachten, daß sich zahlreiche Bastzellen einzeln von den Sklerenchymbelägen abzweigen und nach allen Richtungen in das Mesophyll ausstrahlen, wo sie dann blind endigen. Bei *Licuala* treten auch ganz isolierte kurze Sklerenchymidioblasten in den verschiedensten Lagen im Mesophyll auf. Außer den Sklerenchymbelegen sind fast immer noch isolierte Bastbündel zur Festigung herangezogen. Sie fehlen nur wenigen Arten, wie *Caryota mitis*, *Wallichia caryotoides* etc. ganz. Meist liegen sie subepidermal im Hypoderm, häufig auch erst unter dem Wassergewebe, bisweilen auch noch tiefer. Bei *Martinezia* und *Acrocomia* findet sich der schon öfter diskutierte Fall »innerer Träger« (vgl. Koop, l. c., p. 157), d. h. starker Bastbündel in der Mittelschicht, der neutralen Faser des Blattes. Auch im Mesophyll bilden die Bastbündel hier und da, wie schon beim Wassergewebe erwähnt, durch mauerförmige Anordnungen senkrecht zur Blattfläche Querverstrebungen, durch die das ganze Blatt und dann auch noch das Palisadenparenchym und Wassergewebe besonders versteift werden.

Eine besondere Beachtung verdienen die sehr allgemein verbreiteten, auffallenden Trichome der Palmenblätter, deren ökologische Bedeutung nicht in allen Fällen klar liegt. Viele Gattungen verschiedener Untergruppen haben einen geschlossenen Filz von Schilferhaaren auf der Blattunterseite, der so dicht angepreßt und verflochten ist, daß er von den Systematikern gewöhnlich als »Wachskruste« bezeichnet wurde.

Den Bau der einzelnen Haare des Filzes habe ich schon vorstehend geschildert. Dieser Filz ist, wie auch schon Bobisut bemerkt, auch nach tagelangem Stehen in Wasser, völlig unbenetzbar.



Textfig. III.

Textfig. IV.

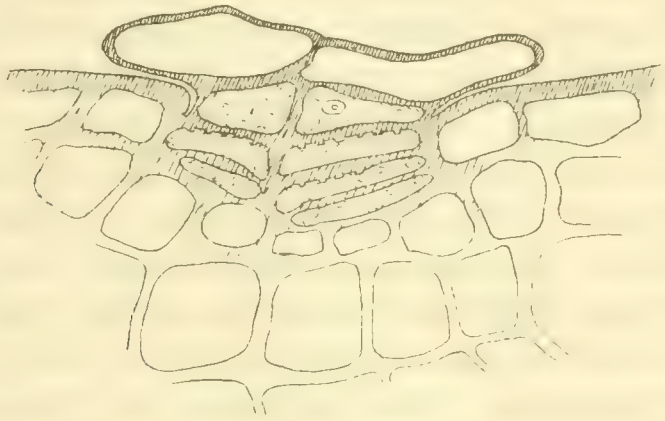
Rhopalostylis Baueri Wendl. und Drude. Schuppenhaar. Fig. III Querschnitt, Fig. IV Flächenansicht. Die schraffierten Zellen sind gebräunt und mit dunklem Inhalt erfüllt, die punktierten führen körnig-plasmatischen Inhalt.

Auf diese Schilferhaare des geschlossenen Filzes lassen sich auch die übrigen Trichomtypen annähernd zurückführen. Es erscheinen vielfach größere Schildhaare, die in größeren Abständen voneinander über die ganze Blattunterseite, häufig auch die Oberseite zerstreut stehen. Mitunter stehen sie noch dichter in Längsstreifen beisammen, oft sind sie auch auf die Hauptnerven beschränkt. Einen Transpirationsschutz können sie in dieser Form nicht mehr abgeben. Für ihren gewöhnlichen

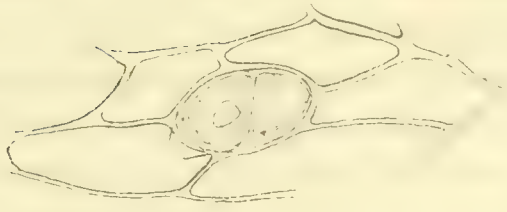
Bau geben die Textfig. III und IV ein Beispiel. Der Fuß des Haares reicht bis unter das Hypoderm. Häufig ist der freie Teil desselben in eine Grube eingesenkt. Seine Zellen sind reich getüpfelt oder die Querwände besitzen ein Netz von Verdickungsleisten. In der Regel führen die farblosen Fußzellen plasmatischen, körnigen Inhalt. Der Fuß verbreitert sich dann allmählich zu einer Schildfläche, deren Randzellen tief gebräunt sind und dann gewöhnlich noch in kurze oder lange, ebenfalls gebräunte Schläuche auswachsen. Das ganze Bild erinnert sehr an Bromeliaceenschuppen und es liegt die Vermutung nahe, daß es sich auch hier um wasserabsorbierende Organe handelt, zumal eine andere Funktion derselben nicht erkennbar ist. Der zerfranste Schild scheint wie geschaffen, Regen- oder Tauwasser kapillar anzusaugen und festzuhalten und die reiche Tüpfelung und der plasmatische Inhalt der Fußzellen, ihr direkter Anschluß an das Wassergewebe und häufig auch an die Gefäßbündel spricht ebenfalls für diese Funktion. Ich fand aber in allen Fällen, die ich daraufhin untersuchte, daß die Wände der Fuß- und Schildzellen wenigstens in der Mittellamelle verkorkt sind. Sie färben sich mit Sudan III, Chlorzinkjod in demselben Farbenton wie die Cuticula und werden von konzentrierter Schwefelsäure nicht angegriffen. Durch diese Verkorkung scheint jedes Funktionieren der Gebilde als wasseraufnehmende oder -abgebende Organe für die entwickelten Blätter ausgeschlossen.

Einige vorwiegend hygrophytische Palmen, wie *Pinanga* und *Hydriastele* tragen etwas abweichende Trichome, die von Pfister als Hautwarzen bezeichnet und von Koop als Hydathoden gedeutet werden (Textfig. V und VI). Das kräftige, eingesenkte Fußstück besteht aus zwei bis vier Reihen abgeplatteter, inhaltreicher Zellen, deren Querwände an der Innenseite wieder netzförmig skulpturiert sind. Sie tragen aber keinen Schild, sondern es gehen die obersten Zellen höchstens in kurze gebräunte Papillen aus. Doch auch diese Gebilde sind nichts anderes als Schilferhaare gewöhnlichen Typs, deren Schildfläche nur bedeutend reduziert ist. An demselben Blatte finden sich Übergänge bis zur vollen Ausbildung einer solchen auf gleich gebautem Fußstück. Auch bei diesen

Hautwarzen sind die Zellwände verkorkt, und zwar, wie ich mich überzeugt habe, schon in der geschlossenen Knospe, die noch weit von der Entfaltung entfernt war. Es erscheint somit auch im Knospenzustand jede Drüsenfunktion derselben unwahrscheinlich. Es bleibt uns somit nur übrig anzunehmen, daß diese isolierten Schilferhaare das derzeit funktionslose Rudiment des geschlossenen Haarfilzes, dessen ökologische Bedeutung ja zweifellos ist, darstellen, das aber vielleicht jederzeit wieder



Textfig. V.



Textfig. VI.

Pinanga lepida. Trichome (»Hautwarzen«) der Laubblätter. V, Quer; VI. Fläche. Die Zellwände sind im Ausmaß der Schraffierung verkorkt.

zu einem solchen auswachsen kann. Es wird dazu meist die Vergrößerung der Schildfläche und die Verlängerung der Randschläuche genügen. Sie stellen in Bereitschaft stehende Ansätze zur Ausbildung dieses Transpirationsschutzes dar. Vielfach kommt es auch tatsächlich zur teilweisen Entwicklung eines solchen, so z. B. an den in der Knospenlage nach auswärts gekehrten Streifen der Lamina, wofür mir gerade *Pinanga* ein Beispiel gab. Auf die sonstigen Abänderungen in der Gestalt der Haare (Befestigung in der Mitte, am Grunde oder an der Seite, größere Zellflächen oder einfache Zellfäden usw. brauche

ich wohl nicht weiter einzugehen. Einiges darüber siehe in der folgenden Übersicht. Vollständig fehlen die Trichome nur wenigen Palmen, wie *Chamaedorea* und *Nipa*.

Bezüglich des Zellinhaltes der Blattzellen sei noch erwähnt, daß vielfach im Mesophyll zahlreiche, zerstreute Zellen durch ihren stärker lichtbrechenden, homogenen Inhalt auffallen, der die Chlorophyllkörner nur undeutlich durchschimmern läßt. Besonders zahlreich fand ich sie bei *Arenga saccharifera*. Mit Jodjodkalium, Chlorzinkjod, Millon's Reagenz, Eisenchlorid färben sie sich intensiv dunkelbraun, Osmiumsäure wird stark reduziert. Es dürfte sich wohl um Schleimzellen handeln, die ja, mit der Funktion der Festhaltung und Speicherung des Wassers betraut, zu den verbreiteten Eigentümlichkeiten des tropischen Laubblattes gehören.[1]

Fast immer sind die chlorophyllführenden Zellen reichlich mit kleinen oder größeren Tröpfchen erfüllt, die sich mit Sudan III rot und mit Osmiumsäure schwarz färben, also wohl Öltröpfchen darstellen. Dem gegenüber sind Stärkekörnchen ziemlich selten zu beobachten.

In der Spatha, wie auch in der Blütenstandsachse des Alkoholmateriales von *Martinezia caryotifolia* fiel mir das massenhafte Vorkommen großer Sphärokrystalle im Grundgewebe, bisweilen selbst auch im Lumen der Gefäße auf, die die Zelle ganz erfüllen, öfter auch sich über mehrere Zellen erstrecken (Fig. 35). Sie haben ungefähr das Aussehen der Sphärite von Inulin und sind, wie diese, im Wasser schon in der Kälte löslich, jedenfalls also Ausfällungsprodukte des Alkohols. Oft erfüllt dieselbe Masse formlos ganze Nester von Zellen, deren Membranen dann meist zerrissen sind. Sie reduzieren ammoniakalische Silbernitratlösung und färben sich dunkler beim Erwärmen mit verdünntem Alkali. Andere Kohlehydratreaktionen, wie Behandlung mit Fehling'scher Lösung, Phenylhydrazin, hatten kein Ergebnis. Es dürfte aber wohl ein dem Inulin ähnlicher Reservestoff vorliegen, wie ja ähnliche

[1] Vgl. Haberlandt, Anat.-physiol. Untersuchungen über das tropische Laubblatt. Diese Sitzungsberichte, Bd. CI, p. 785 (1892).

Kohlehydrate auch bei anderen Monokotylen (Sinistrin der Liliaceen etc.) nachgewiesen sind.

Endlich muß noch des auffallenden mikrochemischen Verhaltens der Zellmembranen gedacht werden. Die Blattzellen vieler Palmen (z. B. *Trachycarpus*, *Livistona*, *Sabal* und viele andere) geben keine reine Chlorzinkjodreaktion, sondern färben sich nur schmutzig gelblich mit leichtem violetten Stich. Dagegen geben sie eine deutliche Rotfärbung mit Millon's Reagenz, besonders in den Mittellamellen, während das Zellulosehäutchen noch ein reines Zelluloseskelett enthält. Die Reaktion tritt, mit etwas verschiedenen Farbentönen, bei allen Zellen, bei den verholzten Teilen der Gefäßbündel, den verkorkten des Hautgewebes, bei den isolierten Bastbündeln wie bei den Grundgewebszellen ein, nur die Phloeme und das Schwellgewebe (!) bleiben ungefärbt, während sie intensive Chlorzinkreaktion geben. Einige Palmen, wie *Pinanga* und *Ptychospermum* zeigten die Reaktion nur bei den verholzten und verkorkten Elementen. Ein ähnliches Verhalten ist bei den Zellmembranen der Moose verbreitet.[1]

Die Zellwände der Spatha von *Chamaerops* gaben intensive Dunkelfärbung mit Eisensalzen, die schon beim Anschneiden mit dem Messer in Erscheinung tritt. Ähnliches hatte ich auch bei dem Alkoholmaterial von *Martinezia* beobachtet, doch konnte hier eine nachträgliche Infiltration aus den Gerbstoffidioblasten vorliegen.

Bei vielen Arten (z. B. *Livistona*, *Rhapis*, *Sabal*, *Pinanga* etc.) treten körnchen- oder stäbchenförmige Membranskulpturen an den Interzellularenwänden des Mesophylls auf, welche nach ihrem Aussehen mit den von Mangin[2] bei vielen Familien an alternden Zellen nachgewiesenen Calciumpectatwucherungen, die besonders auch von den Farnen schon lange bekannt sind, identisch sind.

In der nun folgenden Übersicht der untersuchten Arten sind nur jene Merkmale, die eine Variante des Normaltypus

---

[1] Czapek, Biochemie I, p. 521.

[2] Mangin, Recherches anatomiques sur la distribution des composées pectiques chez les végétaux. Journal de Botanique VII (1893).

darstellen oder sonst wie bemerkenswert sind, aufgenommen. Die Anordnung der Gattungen erfolgte nach Drude's System.

I. Unterfamilie *Coryphinae*.

I. 1. Phoeniceae.

Phoenix canariensis Hort. (Fig. 26). Spaltöffnung *Amaryllis*-Typus (im folgenden abgekürzt *Am.*-T.). Schließzellen relativ sehr groß. Sekundäre Vorsprungsleisten im Vorhof. Überbrückung der Atemhöhle. Keine Trichome.

Phoenix reclinata Jacq. (Fig. 16, 25). Wie vorige. Schuppenhaare am Faltenrücken der Fiedern.

Phoenix rupicola Andz. Keine sekundären Vorsprünge im Vorhof, sonst wie vorher.

Phoenix Roebelinii O'Brien (Fig. 15). Hypertrophie der Cuticularleisten, sonst wie vorher.

Nach Pfister bei verschiedenen *Phoenix*-Arten Wachswulst um den Vorhof.

I. 2. Sabaleae.

Chamaerops humilis L. (Fig. 28). Vgl. Bobisut, l. c., p. 368. Spaltöffnung Gramineentypus, sehr weite Eisodial- und Opisthialöffnungen. Wachsmauern. Stark sklerophil. Zerstreute, einseitig angewachsene Schuppen. Körnige Wachskruste.

Trachycarpus excelsus Wendl. Spaltöffnung *Am.*-T. Eingangszellen gegen die Atemhöhle stärker verdickt, kutinisiert. Stäbchenförmiger Wachsüberzug. Trichome: zerstreute, längliche Schuppen, seitlich mit einer Längsseite angewachsen.

Rhapis flabelliformis L'Herit. Spaltöffnung Normaltypus. Kein Wassergewebe. Ziemlich hygrophytische Struktur. Zerstreute, schmale, am Grunde angewachsene Schuppen.

Acanthorrhiza aculeata (Wendl.). Spaltöffnung *Am.*-T. Schließzellen etwas eingesenkt, von den Polzellen überwölbt. Kein Wassergewebe, aber geschlossener Haarfilz unterseits.

Thrinax radiata Lodd. Spaltöffnung Normaltypus. Von den kräftigen Queranastomosen spreizen isolierte Sklereiden ab und endigen blind im Mesophyll.

Thrinax radiata nach Pfister: Querbalken über der Atemhöhle.

Washingtonia filifera Wendl. (Syn. *Pritchardia*). Spaltöffnung Normaltypus. Keine Trichome.

Licuala spinosa Thunberg (Fig. 27). Spaltöffnung *Am.*-T. Polzellen ragen in die Hypodermis hinunter, nur zwei Eingangszellen. Epidermiszellen: Innenwand sehr stark verdickt, kutinisiert; Außenwand dünn. Beiderseits Schuppenhaare, am Grunde befestigt.

Livistona chinensis Mart. Spaltöffnung wie vorher. Epidermiszellen wie vorige. Büschelhaare am Hauptnerv.

Livistona australis Mart. wie vorige. Zerstreute Schuppenhaare.

Sabal mexicanum Mart. (Fig. 14). Spaltöffnung Gram.-T. siehe oben. Nebenzellen an der äußeren Ansatzstelle stark verdickt. Neben- und Schließzellen eingesenkt durch starke Verdickung der Epidermisaußenwand. Äußere Atemhöhle durch Wachs verstopft. Eingangszellen kutinisiert. Xerophile Struktur. Zerstreute, langgestielte Schuppenhaare über den größeren Nerven.

II. Unterfamilie *Borassinae.*

II. 3. Borasseae.

Borassus flabelliformis siehe Eberwein, l. c., Spaltöffnung stark eingesenkt. *Am.*-T. Doppelte Überbrückung der Atemhöhle.

III. Unterfamilie *Lepidocaryinae.*

III. 5, 6. Metroxyleae-Calmaeae.

Calamus cinnamomeus. (Fig. 11, 12). Spaltöffnung Gram.-T. Schließzellen nach unten gestreckt. Vor- und Hinterhof eng. Zerstreute längliche Schuppenhaare. Hypoderm größtenteils dickwandig.

Calamus rotang L., wie vorige.

Daemonerops angustifolius Mart. (Fig. 13). Spaltöffnung wie vorher. Polzellen mit Papillen nach allen Richtungen. Epidermiszellen stark gewellt. Trichome einfache, in der Mitte gestielte Zellreihen. Queranastomosen der Gefb. sehr kräftig; vom Sklerenchymbelag derselben zweigen isolierte Sklereiden ab.

IV. Unterfamilie *Ceroxylinae.*

IV. 6. Arecineae.

IV. 6a. Arecineae-Caryoteae.

Caryota mitis Lovr. (Fig. 24). Spaltöffnung *Am.*-T. Cuticularleisten fein quergerippt. Spaltöffnungsthyllen. Epidermiszellen schwach gewellt. Keine isolierten Bastbündel. Große Schildhaare in zwei bis drei breiten Längsstreifen.

Arenga saccharifera Labil. Siehe Bobisut, l. c. p. 356. Spaltöffnung *Am.*-T., eingesenkt. Polzellen mit Hörnchen, Cuticularleisten gerippt. Nebenzellen Chlorophyll führend. Geschlossener Haarfilz.

Wallichia caryotoides Rozb. (Fig. 29, 30). Spaltöffnung wie vorher. Atemhöhle vielfach durch Thyllen eingeengt. Haarfilz wie vorher. Kein isolierter Bast.

IV. 6b. Iriarteae.

Ceroxylon Andicola H. B. Kth. Siehe Bobisut, l. c., p. 363. Spaltöffnungen in gemeinsamer Längsfurche, die von Schildhaaren überdeckt sind; Normaltypus.

IV. 6c. Morenieae.

Chamaedorea Schiedeana Mart. Spaltöffnung Normaltypus. Nebenzellen Chlorophyll führend. Kein Wassergewebe. Ziemlich hygrophyle Struktur. Keine Trichome.

Chamaedorea Ernesti Augusti Wendl. Sekundäre Vorhofleisten, sonst wie vorher.

Chamaedorea corallina Hook. Wie vorher.

Chamaedorea oblongata Mart. Wie vorher.

Hyophorbe indica Gärtn. (Fig. 17). Spaltöffnung *Am.*-T. Verzahnt. Eingangszellen stark vorgewölbt. »Hautwarzen«-Schildhaare mit stark reduziertem Schirm.

IV. 6d. Areceae.

Howea Forsteriana Becc. (Fig. 9, 10). Spaltöffnung Gram.-T. Sekundäre Vorsprünge im Vorhof, Polzellen mit Fortsätzen. Schuppenhaare beiderseits.

Clinostigma Morrianum F. Muell (Fig. 1 bis 3). Spaltöffnung Normaltypus. Kein Wassergewebe. Zerstreute Schuppenhaare mit reduziertem Schild unterseits.

Euterpe stenophylla Trail. Spaltöffnung Gram.-T. Aufrechte doppelte Vorhofleisten. Geschlossener Haarfilz. Wassergewebe nur oberseits. Sehr große Raphidenschläuche.

Hydriastele Wendlandiana Wendl. und Drude. Spaltöffnung *Am.*-T., etwas verzahnt. Epidermiszellen etwas gewellt. Trichome mit fast völlig reduziertem Schild beiderseits.

Kentia singaporensis; Spaltöffnung Normaltypus. Trichome sehr einfach; ein kurzer einreihiger Zellfaden mit ein bis zwei Fußzellen. In den Mesophyllzellen Drusen- oder Einzellkrystalle von oxalsaurem Kalk. Kein Wassergewebe, hygrophytische Struktur.

Rhopalostylis Baueri Wendl. und Drude (Syn. *Kentia Baueri* Endl.) (Textfig. III, IV). Spaltöffnung Normaltypus. Schuppenhaare zerstreut, außerdem geschlossener Schülferstreifen am Fiederrand, größere Schuppen am Mittelnerv. Unterseitiges Wassergewebe zweischichtig.

Ptychosperma elegans Blume (Fig. 8). Spaltöffnung Gram.-T. Aufrechte doppelte Vorhofleisten Schuppenhaare zerstreut.

Archontophoenix Alexandrae Wendl. und Drude (Fig. 4 bis 7). Spaltöffnung Gram.-T.; eingesenkt, von den Polzellen überwölbt. Geschlossener Haarfilz.

Pinanga lepida (Fig. 18; Textfig. V, VI). Spaltöffnung *Am.*-T. Vorhofleisten vergrößert. Hygrophytische Struktur. Kein Wassergewebe. Trichome ohne Schild.

IV. 7. Cocoinae.

IV. 7a. Cocoinae-Elaeideae.

Elaeis guinensis. Siehe Bobisut, l. c., p. 372. Spaltöffnung Normaltypus.

IV. 7b. Cocoinae-Attaleae.

Cocos Weddeliana Wendl. Spaltöffnung Normaltypus, eingesenkt. Geschlossener Haarfilz unterseits.

Cocos plumosa Hook. Spaltöffnung wie vorher. Am Grunde befestigte, etwas fächerförmige Schuppen; Basalzellen derselben an der akralen Wand sehr stark verdickt und verkorkt.

Cocos nucifera. Siehe Bobisut, l. c., p. 367. Spaltöffnung Normaltypus. Etwas eingesenkt. In Gruben eingesenkte Schuppenhaare mit plasmareichen, außen stark verdickten Basalzellen; Wachskruste.

Diplothemium caudescens Mart. Spaltöffnung Normaltypus, etwas eingesenkt. Geschlossener Haarfilz unterseits.

IV. 8. Bactrideae.

Martinezia caryotifolia H.B.K. (Alkoholmaterial aus Buitenzorg) (Fig. 31, 32, 35). Spaltöffnung *Am.*-T. Bisweilen sekundäre Vorsprünge im Vor- und Hinterhof. Gegliederte Innenspalte von den Nebenzellen gebildet. Polzellen mit Fortsätzen. Schildhaare eingesenkt, ober- und unterseits zerstreut, Stacheln am Hauptnerv.

Martinezia spec (lebend aus dem botanischen Garten) (Fig. 19 bis 22; Textfig. I). Wie vorige. In allen Zellen ein oder mehrere Drusen von oxalsaurem Kalk.

Acrocomia sclerocarpa Mart. (Fig. 23; Textfig. II*d*). Spaltöffnung *Am.*-T., tief eingesenkt. Gegliederte Innenspalte. Xerophytische Struktur. Zweischichtiges Wassergewebe oben und unten. Stäbchenförmiger Wachsüberzug unten. Borsten und Stacheln.

V. Unterfamilie *Phytelephantinae.*

Nipa fruticans Wurmb. Siehe Bobisut, l. c., p. 345. Spaltöffnung *Am.*-T., eingesenkt, verzahnt.

Zum Vergleich habe ich dann auch noch drei Vertreter der den Palmen in ihren vegetativen Organen so nahestehenden Cyclanthaceen untersucht und ich konnte auch hier den »Palmentypus« im Spaltöffnungsapparat bei den untersuchten Arten *Carludovica palmata* und *Ludoica crenifolia* (Fig. 33, 34) wiederfinden. Das Flächenbild zeigt Übereinstimmung in der Gruppierung der Zellen wie in der gekrümmten Gestalt der

Nebenzellen. Ebenso ragen im Querschnitt die Nebenzellen in der charakteristischen Weise in das Hypoderm hinunter und wölben sich unter die nach dem *Amaryllis*-Typus gestalteten Nebenzellen vor. Nur sind hier die Nebenzellen breiter und der der Epidermis angehörige Teil ihrer Rückwand ist nicht geneigt. Bei *Cyclanthus nobilis* war die Ähnlichkeit schon stärker verwischt. Dieser immerhin großen Übereinstimmung in den bei den Palmen so konstanten, erblichen Merkmalen des Spaltöffnungsapparates dürfte gewiß auch phylogenetische Bedeutung beizulegen sein.

Schluß.

Die vorliegende Untersuchung ergab, zusammenfassend, daß ohne Zweifel ein auf alle Glieder der Palmenfamilie vererbter Grundplan des Spaltöffnungsapparates nachweisbar ist. Dieser Grundtypus wird bei den verschiedenen Untergruppen und Gattungen in sehr mannigfaltiger Weise in seinen einzelnen Bestandteilen variiert. Die Varianten sind derartig, daß sie von Einfluß auf die Funktion des Apparates sein müssen, dürften also wohl Anpassungen darstellen.

Solche Konstruktionsvarianten sind: Die Umprägung des *Amaryllis*-Typus in den *Gramineen*-Typus; die häufige reichere Skulpturierung der Spaltenwände durch Bildung sekundärer Vorsprünge, die im Extrem zu den verzahnten Schließzellen von Nipa führt; Schwankungen in der Größe des Vor- und Hinterhofes, in der Weite der Eisodial- und Opisthialöffnung; Heranziehung der Nebenzellen zur Verlängerung und Verengerung der Spalte durch Kutinisierung der freien Innenwände derselben und Vorwölbung unter die Schließzellen bis zur Bildung einer zweiten, verschließbaren Innenspalte, die der Schließzellenspalte analog gegliedert ist; Schutz der Spaltöffnungen durch Fortsätze der Polzellen; Verengerung der Atemhöhle durch Überbrückung seitens der Eingangszellen; Thyllenbildung, Sklerifizierung und Kutinisierung der Wände, endlich Einsenkung der einzelnen Spaltöffnungen; Einsenkung von Spaltöffnungsreihen in Längsfurchen; Verstopfung der äußeren Atemhöhle durch Wachs, Wachsstäbchen oder Haarfilz und Vergrößerung derselben durch Wachsmauern.

Diese Merkmale sind in mannigfaltiger Weise miteinander kombiniert, oft derartig, daß das Auftreten des einen die Wirkung des anderen ± kompensiert, wodurch die Transpirationsgröße sehr verschiedenartig und -gradig reguliert wird. Sie treten auch in quantitativ verschiedenen Stufen der Ausbildung auf, welche den Eindruck von Stufen einer aufsteigenden phylogenetischen Entwicklung erwecken. Die systematische Übersicht der untersuchten Arten zeigt aber, daß dasselbe Merkmal und seine verschiedenen Ausbildungsstufen sprungweise zerstreut, bei einzelnen Gattungen der verschiedensten Untergruppen zu konstatieren ist.

Das von Drude aufgestellte System der Palmen, dessen Gliederung auf vielseitige Übereinstimmung in Organisationsmerkmalen des Infloreszenz-, Blüten- und Fruchtbaues gegründet ist, macht gewiß den Eindruck großer Natürlichkeit und dürfte ein Abbild des tatsächlichen Entwicklungsganges der Palmen darstellen, von dem wir auf die Entwicklung der Anpassungen im Spaltöffnungsapparat zurückschließen können. Nach diesem System hat sich die Familie der Palmen divergent in verschiedene Gruppen ausgegliedert die einander gleichwertig sind und gewiß keine aufeinander folgenden Entwicklungsstufen darstellen. Wenn wir nun dasselbe Anpassungsmerkmal z. B. Gramineentypus oder sekundäre Vorsprungsleisten regellos bei den verschiedensten Untergruppen in Erscheinung treten sehen, während es bei nächstverwandten Gattungen wieder fehlen kann, so läßt sich daraus wohl schließen, daß es seine Entstehung nicht nach der Vorstellungsweise der Selektionstheorie von einer zufälligen, einmal aufgetretenen Variante ableitet, aus der es dann durch Auslese fort entwickelt und gesteigert worden wäre, sondern wir müssen annehmen, daß die Fähigkeit oder Tendenz zu seiner Ausbildung der Palmenfamilie in ihrer ganzen Formenbreite eigen gewesen ist, daß daher die Anlage dazu schon vor der Ausgliederung in die verschiedenen Untergruppen bestand und auf alle vererbt wurde.

Es kann sich hierbei um der ganzen Familie eigene orthogenetische Variationsrichtungen der einzelnen Merkmale des Spaltöffnungsapparates, um die erbliche Neigung zur

Ausbildung bestimmter Eigenschaften handeln, die unter gegebenen Bedingungen zunächst unabhängig von Nutzen oder Schaden für die Pflanze aufgetreten sind, die aber dann zum Angriffspunkt für die Selektion geworden sein können. Es dürfte bei dem Präzisionsmechanismus des Spaltöffnungsapparates nur wenige Variationsmöglichkeiten geben, die seine Funktion ganz unbeeinflußt ließen. Es liegt aber auch die Möglichkeit vor, daß diese Merkmale durch Akte direkter Anpassung oder Selbstregulation in Erscheinung getreten sind. Wir hätten dann im Spaltöffnungsapparat einen Mechanismus vor uns, der verschiedener und zweckmäßiger Einstellungen seiner verschiedenen Teile auf die wechselnden, einwirkenden Faktoren fähig ist, vergleichbar der Fähigkeit der Laubblätter sich zweckmäßig in die jeweilig günstige Lichtlage einzustellen. Zu seiner allgemeinen Charakterisierung käme dann außer seiner jeweiligen Struktur noch seine erbliche potentielle Variationsbreite hinzu. Er würde nach dem Ausdrucke Detto's[1] einen „polytropen Ökologismus" bilden und es wäre nicht die Entstehung der einzelnen Anpassung, sondern die Erwerbung des ganzen vorhandenen Anpassungs-(Regulierungs-)vermögens zu erklären.

Einfacher und natürlicher aber wird die Auffassung wohl in der Form, wenn wir annehmen, daß alle Glieder der Palmenfamilie zur extrem xerophytischen Ausgestaltung jedes Bestandteiles des Spaltöffnungsapparates in der geschilderten Richtung bei gegebenen Bedingungen von vornherein fähig waren und daß meso- und hygrophytische Typen nur Unterstufen (Minusvarianten) in der Ausgestaltung des Merkmales darstellen, dessen volle Ausbildung verschiedengradig gehemmt wurde. Hierbei kann die Erwerbung eines xerophytischen Merkmales im Spaltöffnungsapparat schon eine Hemmung für die Weiterentwicklung der übrigen abgegeben haben, so daß wir nie alle Bestandteile gleichzeitig voll xerophytisch ausgestaltet finden.

Auf diese Weise konnte ja Detto die Mehrzahl aller beschriebenen Fälle direkter, struktureller Anpassung von Arten und Individuen erklären. Mit dieser Auffassung steht es

[1] Detto, Die Theorie der direkten Anpassung. Jena 1904.

auch im Einklang, daß wir Stufenleitern in der Ausbildung der einzelnen Merkmale, z. B. im Übergang vom *Amaryllis*- zum Gramineentypus, in der Skulpturierung der Spaltenwand, in der Entstehung der verschließbaren, gegliederten Innenspalte zusammenstellen konnten.

Diese Deutung unterscheidet sich von der Erklärung durch Orthogenese, wenn ich diesen Begriff recht verstanden habe, dadurch, daß das Endstadium, auf das die Entwicklung hinzielt, hier ein Anpassungsmerkmal darstellt, das schon von den Ahnen erworben sein mußte, wobei sich die Fähigkeit zu seiner Ausbildung vererbt hat, während bei der Orthogenese die aus inneren oder äußeren Ursachen bestimmt gerichtete Variation zu einem neuen Zustand führt.

Die verschiedenen geschilderten Anpassungsmerkmale würden demnach nicht innerhalb der Entwicklungsgeschichte der Palmenfamilie und ihrer verschiedenen Untergruppen erst erworben worden sein, sondern schon von den Ahnen derselben. Das stimmt ja auch damit überein, daß wir gleiche Anpassungen auch bei anderen verwandten Familien finden, so z. B. bei den Cyclanthaceen, aber auch bei Liliifloren und Glumifloren (Gramineentypus), die vielleicht auch in entfernter Verwandtschaft stehen. Vermutlich aber liegen die Wurzeln dieser Merkmale noch viel weiter zurück, denn sie kehren ja auch bei ganz entfernten Klassen wieder.

Hemmung und Förderung der geschilderten Anpassungsmerkmale kann sich hier natürlich nicht in einer Individualentwicklung vollzogen haben, sondern muß sich über große Zeiträume und viele Generationen, die unterdessen auch anderweitige Umgestaltungen erfahren haben und zu verschiedenen Arten und Gattungen geworden sein können, erstreckt haben. So erklärt es sich, daß die Arten derselben Gattung, mitunter auch nächst verwandte Gattungen einer Gruppe ziemliche Übereinstimmung in ihren Anpassungsmerkmalen zeigen (z. B. bei allen *Phoenix*-Arten die Überbrückung der Atemhöhle), obwohl sie unter verschiedenen Standortsverhältnissen leben. Wenn wir andrerseits durch dieselben äußeren Bedingungen bald das eine, bald das andere der Merkmale gehemmt oder gefördert finden, so kann dies wieder in den spezifisch ver-

schiedenen inneren Bedingungen der verschiedenen Gattungen in der Korrelation mit anderen Merkmalen seinen Grund haben.

Viele der geschilderten Merkmale scheinen, wie eben erwähnt, für kleinere Formenkreise charakteristisch zu sein (z. B. *Phoenix*, siehe oben, Chlorophyll in den Nebenzellen bei allen untersuchten *Chamaedorea*-Arten, Querrippung der Cuticularleisten bei *Caryota*, *Wallichia* und *Arenga*). Nach der in ihrer Fragestellung anscheinend verwandten Arbeit Hermann's[1] »Über das phylogenetische Alter des mechanischen Gewebesystemes bei *Setaria*«, die ich allerdings nur im Referate der Naturw. Rundschau (1911, p. 231) kennen gelernt habe, würde daraus folgen, daß es phylogenetisch junge Merkmale seien, »weil sie unterscheidend für kleine Gruppen auftreten«. In Fällen, wie dem vorliegenden, aber, wo die Merkmale gleichzeitig wieder sprungweise an ganz anderen Stellen des Systems der Familie auftreten, mag wohl die Ausbildung des Merkmales jungen Datums sein, die Fähigkeit zu seiner Ausbildung aber dürfte zu den altvererbten Eigenschaften der ganzen Familie gehören. Darauf wäre wohl auch noch bei der Beurteilung des phylogenetischen Alters eines Merkmales auf Grund seiner systematischen Verbreitung Rücksicht zu nehmen.

Über die individuelle Variabilität des Spaltöffnungsbaues liegen außer den besprochenen Abbildungen von Holtermann nur noch Untersuchungen von Koop l. c. vor, welcher Herbarpflanzen vom natürlichen Standort mit Gewächshausexemplaren verglich und tatsächlich quantitative Unterschiede in der Verdickung der Epidermisaußenwände, im Grade der Kutinisierung und der Einsenkung der Schließzellen konstatieren konnte.

Es ergibt sich ohne Zweifel für den Versuch, über die Entstehung der Anpassungen etwas auszusagen, das Bedürfnis, die vergleichende Untersuchung noch eingehender an möglichst engen Formenkreisen durchzuführen. Hiezu ist aber in unseren Gegenden gerade das Palmenmaterial, wegen seiner relativen Seltenheit und Kostbarkeit wenig geeignet. Aus demselben Grunde hat sich auch die Anwendung der experimentellen

[1] Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1910, X.

Methode verboten, der sonst gewiß das erste Wort bei der Beurteilung der Fragen zukäme. Diese Methode hat aber im allgemeinen ihre Grenzen in dem Faktor »Zeit« und sie wird daher immer, auch für die »Phylogenie der Anpassungsmerkmale« durch die vergleichende Methode ergänzt werden müssen.

Figurenerklärung.

Die Figuren sind, soweit nichts anderes bemerkt, mit Zeißobjektiv *E*, Okular 4 und Abbe'schen Zeichenapparat gezeichnet. Der Verlauf der Cuticula ist durch stärkere Kontur angedeutet.

Fig. 1 bis 3. *Clinostigma Morrianum* F. Muell., durchschnittlicher Normaltypus der Palmen. *n* Nebenzellen, *s* Schließzellen, *p* Polzellen, *e* Eingangszellen.

1. Querschnitt.
2. Flächenansicht von außen.
3. Flächenansicht von innen.

Fig. 4 bis 7. *Archontophoenix Alexandrae* Wendl. und Drude.

4. Querschnitt; *h* Haarfilz.
5. Polzelle im Querschnitt.
6. Längsschnitt.
7. Flächenansicht von oben.

Fig. 8. *Ptychosperma elegans* Blume, Querschnitt.

Fig. 9 bis 10. *Howea Forsteriana* Becc. Gegen die Pole zu aufeinander folgende Querschnitte. Das mediane Querschnittsbild des Schließzellenlumens ist in Fig. 9 durch Strichlierung angedeutet.

Fig. 11 bis 12. *Calamus cinnamomeus*.

11. medianer, 12. polarer Querschnitt.

Fig. 13. *Daemonerops angustifolius* Mart. Hom. Imm. $^1/_{12}$. Flächenansicht von oben. Spalte geöffnet.

Fig. 14. *Sabal mexicanum* Mart., medianer Querschnitt.
Die Schraffen deuten die Ausdehnung der Kutinisierung an. Äußere Atemhöhle von Wachskörnchen verstopft

Fig. 15. *Phoenix Roebelinii* O'Brien, medianer Querschnitt.
Überbrückung der Atemhöhle!

Fig. 16. *Phoenix reclinata* Jacqu., medianer Querschnitt.
Überbrückung der Atemhöhle! Vergl. 25 und 26.

Fig. 17. *Hyophorbe indica* Gärtn., medianer Querschnitt.
Homog. Imm. $^1/_{12}$.

Fig. 18. *Pinanga lepida*; medianer Querschnitt.

Fig. 19 bis 22. *Martinezia* spec.
a. Nebenzellenbauch, *b.* Polschienen.
19. Medianer Querschnitt, entsprechend 1 in Fig. 21. Die punktierte Linie in den Schließzellen bezeichnet die Innengrenze der kutinisierten Schichte.
20. Polquerschnitt, entsprechend Linie 2 in Fig. 21. Die kutinisierten Polschienen schraffiert. Die punktierte Linie zeigt die Innenwand der Nebenzellen bei Einstellung auf die Mitte des Spaltöffnungsapparates (den Nebenzellenbauch).
21. Flächenansicht des Spaltöffnungsapparates von innen; zeigt die von den Nebenzellen gebildete, gegliederte Innenspalte. Schraffierung = Kutinisierung. Der Umriß der Schließzellen ist, soweit sie von den Nebenzellen überdeckt sind, punktiert. Siehe auch Textfig. I.
22. Flächenansicht von außen. Obj. *DD*. Die Polzellen schieben je zwei Fortsätze über die Neben- und Schließzellen vor.

Fig. 23. *Acrocomia sclerocarpa* Mart., medianer Querschnitt.
Stäbchenförm. Wachsüberzug. — Polansicht der Nebenzellen punktiert. Flächenansicht siehe Textfig. II*d*.

Fig. 24. *Caryota mitis* Lour., medianer Querschnitt.
Thyllenbildung.

Fig. 25. *Phoenix reclinata* Jacqu. Flächenansicht von innen. Atemhöhle von Zellbalken durchsetzt. Obj. *DD*.

Fig. 26. *Phoenix canariensis* Hort., wie vor, vergl. Fig. 15 und 16.

Fig. 27. *Licuala spinosa* Thunberg, Flächenansicht von innen. Atemhöhle ein schmaler, von nur zwei Eingangszellen umrahmter Spalt.

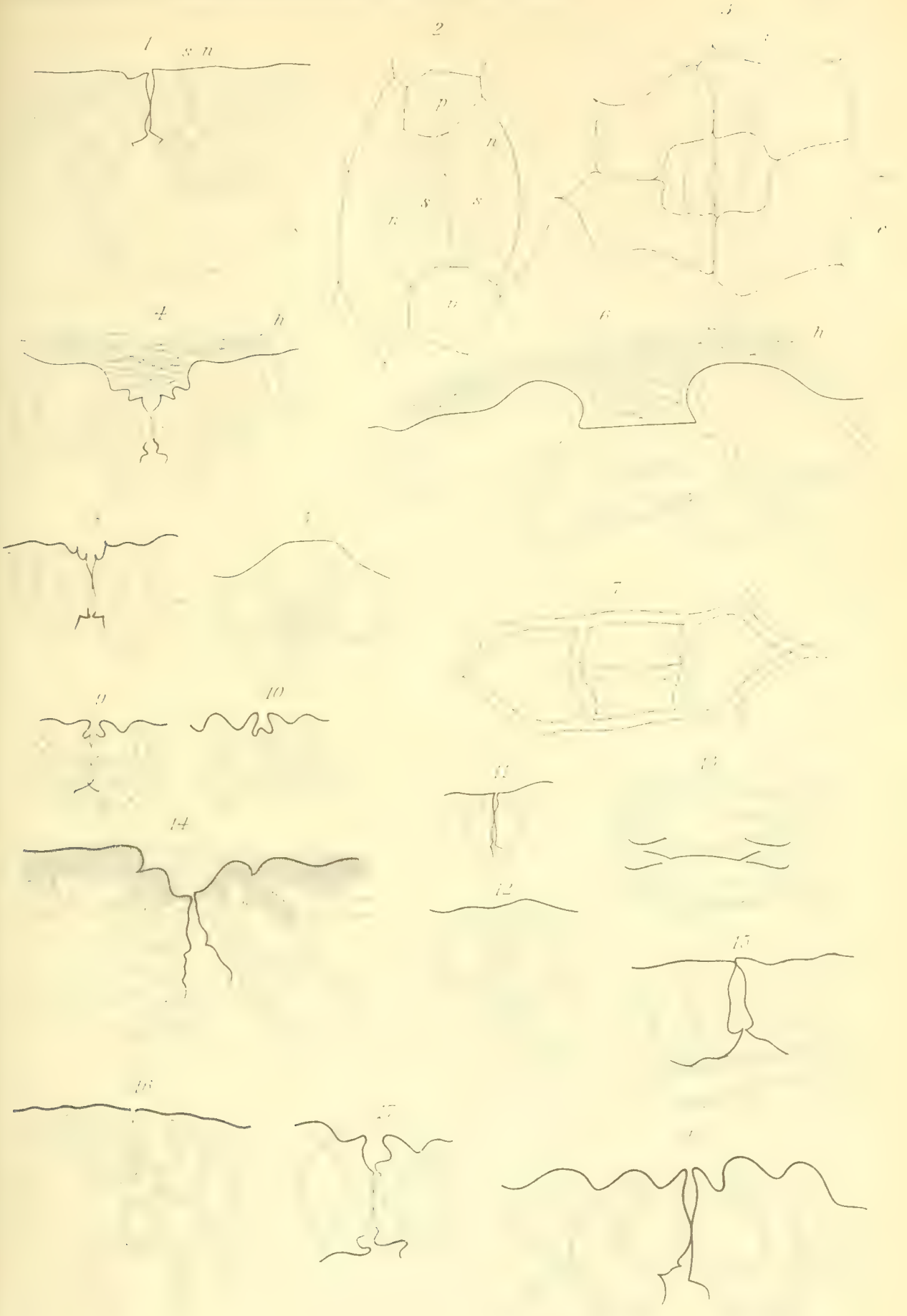
Fig. 28. *Chamaerops humilis* L. Längsschnitt. — Wachsmauern.

Fig. 29 bis 30. *Wallichia caryotoides* Roxb. Längsschnitt. Haarfilz über der Spaltöffnung auf der Innenseite verdickt und verholzt.

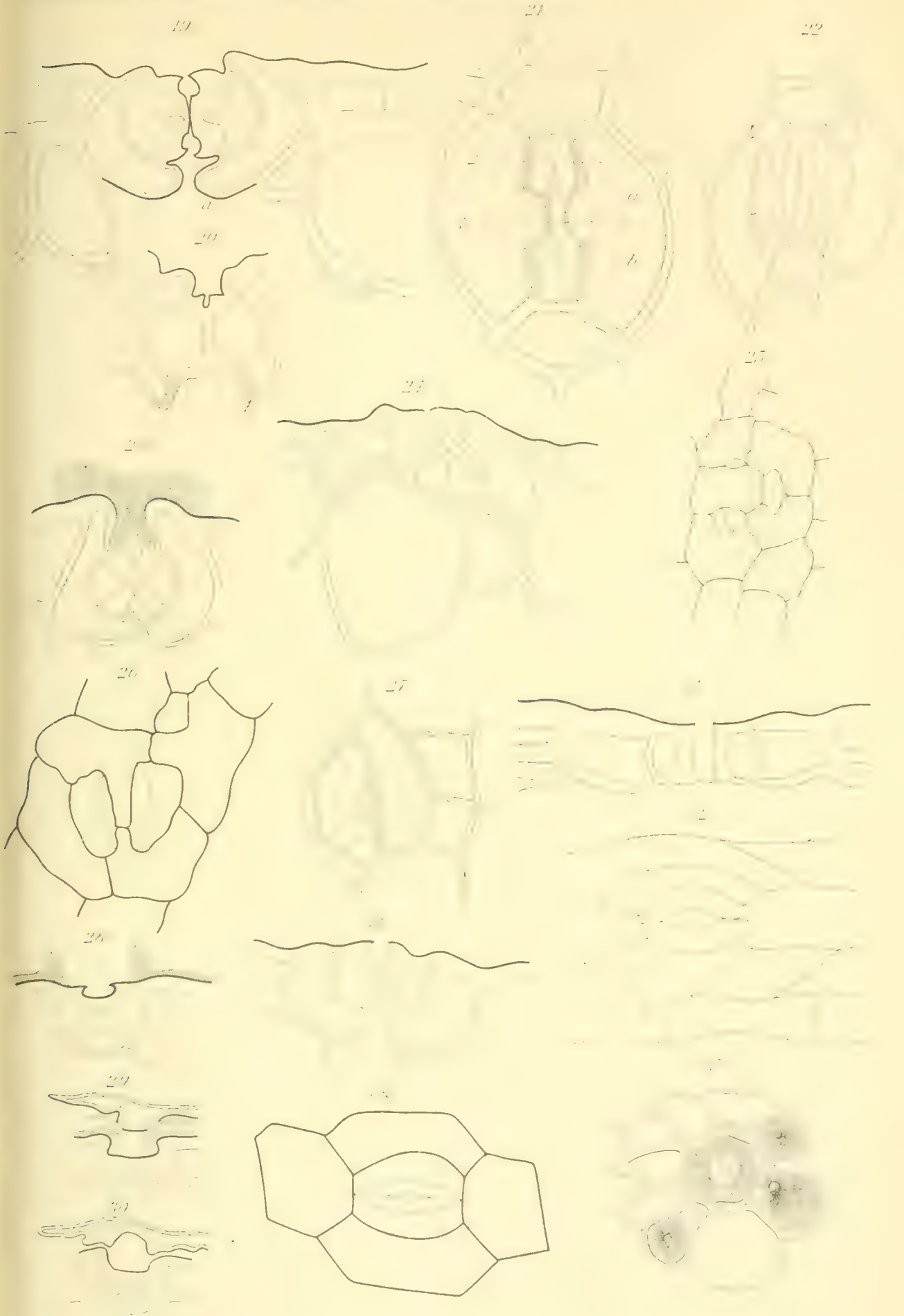
Fig. 31 bis 32. *Martinezia caryotifolia*. Spaltöffnung von der Innenseite der Spatha.

Fig. 33 bis 34. *Ludoica crenifolia* (Cyclanthacee). Querschnitt und Flächenansicht von oben.

Fig. 35. Wasserlösliche Sphärokrystalle im Alkoholmaterial von *Martinezia caryotifolia*.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Frimwarth, Wien



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien
Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math. naturw. Klasse, Bd. CXX, Abt. I. 1911.

Das Bosporusproblem

von

R. Hoernes,

k. M. k. Akad.

(Mit 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 26. Oktober 1911.)

Wie ich in meiner Erörterung der Bildung des Bosporus und der Dardanellen (diese Sitzungsberichte, Bd. CXVIII [1909], p. 693) erörterte, sind alle Autoren, welche sich in neuerer Zeit mit dem Bosporusproblem mehr oder weniger eingehend beschäftigt haben, darin einig, daß der Bosporus ein altes Erosionstal ist, welches jetzt unter dem Meeresspiegel liegt. Sie haben damit einer Meinung gehuldigt, die der Bahnbrecher der aktualistischen Geologie K. E. A. v. Hoff schon vor langen Jahren ausgesprochen hat. Über die Richtung des Flusses aber, durch den die Rinne des Bosporus geschaffen wurde, gingen die Meinungen auseinander. Die meisten Autoren vertraten ebenso wie v. Hoff die Ansicht, daß ein aus dem Becken des Schwarzen Meeres gegen das Marmarameer und aus diesem in das Ägäische Meer fließender Strom das Erosionstal geschaffen hätte, das jetzt die Meerenge darstellt. In der oben angeführten Schrift suchte ich darzulegen, daß der die Erosionsrinne erzeugende Bosporusfluß zur Pliocänzeit die entgegengesetzte Richtung hatte und von dem damaligen, zum Teil durch ausgedehnte Binnenseen bedeckten ägäischen Festland gegen das Schwarze Meer geflossen sei, in dessen Becken damals ein Binnenmeer vorhanden war, welches infolge des Überschusses der Verdampfung über den Zufluß jenen tieferen Stand eingenommen hätte, der nach den Tiefseeforschungen im Schwarzen Meer durch das Vorkommen großer Anhäufungen

toter Schalen von *Dreissensia polymorpha*, *Dreissensia rostriformis* und *Micromelania caspia* in Tiefen von 100 bis 200 *m* wahrscheinlich gemacht wird. Eine wesentliche Stütze dieser Ansicht glaubte ich in der Entstehungsgeschichte der Limane Südrußlands zu finden, die nach N. Sokolow als ertränkte Flußtäler zu deuten sind. Ich berief mich diesbezüglich darauf, daß Sokolow auch das Goldene Horn bei Stambul für einen Liman erklärte und auch an der Westküste des Schwarzen Meeres zahlreiche Limane aufzählt.

Es war für mich von großem Interesse, die Äußerungen jener Autoren zu verfolgen, welche sich, wie J. Cvijić, A. Philippson, N. Andrussow und Th. English, vor mir eingehend mit dem Bosporusproblem beschäftigt hatten und nun zu den von mir geäußerten Ansichten Stellung nahmen.

J. Cvijić beschränkte sich auf ein kurzes, ablehnendes Referat in Petermann's Mitteilungen; er sagt, daß die für die Ansicht, der pliocäne Strom sei nicht aus dem Schwarzen Meer durch Bosporus und Dardanellen geflossen, sondern in umgekehrter Richtung, von mir vorgebrachten Argumente ihn nicht von der Richtigkeit meiner Hypothese überzeugen konnten. Er bemerkt ferner, daß er in den oft wichtigen Einzelheiten vieles berichtigen müßte, sich aber zur Demonstration auf einen bis zwei Fälle beschränke. Er habe nicht »mit voller Sicherheit« dargelegt, daß der pliocäne Talboden des Bosporus von Anadoli-Kavak nach beiden Seiten geneigt sei, wie ich angebe, sondern er sei unzweifelhaft nur von Anadoli-Kavak in der Richtung zum Marmarameer hingeneigt. Entgegengesetzt meiner Darstellung habe er ferner zu beweisen gesucht, daß die Erhöhung des Belgrader Waldes nicht auf der Peraflächebestanden hat, sondern erst durch Wölbung entstanden sei.[1] Die erste Bemerkung könnte den Anschein erwecken, als ob ich die Ansichten von Cvijić in meinem Aufsatz entstellt wiedergegeben hätte, um sie leichter widerlegen zu können. Ich muß demgegenüber feststellen, daß ich die auf die Neigung der alten Talböden im Cañon des Bosporus bezüglichen Stellen

[1] J. Cvijić in Petermann's Mitteilungen, 56. Jahrgang, 1910, Geographischer Literaturbericht, p. 280.

seines Werkes in meinem Aufsatz in ihrem Wortlaut angeführt habe und dann an sie die Bemerkung knüpfte, daß ich die von Cvijić nachgewiesenen Terrassen, welche die alten Talböden des Bosporus bezeichnen, keineswegs in Zweifel ziehen möchte, sondern nur den Umstand, daß diese vielfach unterbrochenen Terrassen in der Weise zusammengehören, »daß sich die von Cvijić behauptete Neigung der alten Talböden einerseits zum Marmara- andrerseits zum Schwarzen Meer mit voller Sicherheit ergibt«. Ich habe also lediglich die Angabe von Cvijić, daß die alten Talböden eine der von ihm angenommenen Aufwölbung der Perafläche entsprechende Neigung aufweisen, in Zweifel gezogen. Ebenso habe ich die auf den Belgrader Wald bezügliche Stelle des Werkes von Cvijić, in welcher die Höhenlage der dortigen Schotter durch die Wölbung der Perafläche erklärt wird, in ihrem Wortlaut angeführt. Aus den Bestandteilen dieser Schotter habe ich dann gefolgert, daß ihre Beschaffenheit einen längeren Flußtransport voraussetzt, sie also unmöglich von einem Fluß herrühren können, der einem Abfluß des Schwarzen Meeres oder des gegen das Ende der Tertiärzeit dort vorauszusetzenden Binnensees entsprechen würde. Auf solche, wie mir scheint, wesentliche Punkte, deren Klarstellung zur Lösung des Bosporusproblems beitragen könnte, ist jedoch Cvijić gar nicht eingegangen.

A. Philippson, der ebenso wie Cvijić Bosporus und Dardanellen von einem und demselben Fluß ausgetieft sein läßt, worin ich ihm vollkommen beistimme, hat sich über die Richtung, welche dieser Fluß nahm, schon 1898 viel vorsichtiger ausgesprochen. Er meinte, es sei nicht ganz sicher, in welcher Richtung der Fluß geflossen sei, ob von Nordost nach Südwest oder umgekehrt, wahrscheinlicher sei wohl das erstere. In einem Schreiben anläßlich der Übersendung meines Aufsatzes äußerte sich Philippson dahin, daß er die von mir vertretene gegenteilige Ansicht sehr beachtenswert finde.

N. Andrussow, der noch vor Philippson und Cvijić (1893) sich mit der Bildung der Bosporusrinne durch fluviatile Erosion beschäftigte und seither in wiederholten Veröffentlichungen auf dieselbe zurückkam, hat sich in einer sehr ein-

gehenden Erörterung über die von Cvijić und mir geäußerten Ansichten ausgesprochen.[1] Die Abhandlung selbst ist russisch veröffentlicht, jedoch eine ausführliche deutsche Zusammenstellung der wichtigsten Resultate angefügt, aus welcher ich zunächst feststellen kann, daß Andrussow im wesentlichsten Punkt, in der Frage nämlich, welche Richtung der Fluß gehabt hat, der die jetzt von einer Meerenge eingenommene Rinne schuf, das Bosporusproblem ebenso beurteilt wie ich. Andrussow erkennt in gleicher Weise die Hypothese von Cvijić, nach welcher ein ägäischer Fluß die pontischen Gewässer zum Mittelmeer geführt hätte, nicht an und setzt, die von mir vorgebrachten Argumente um ein sehr wesentliches vermehrend, die physikalische Unmöglichkeit eines pliocänen Abflusses der brackischen Gewässer des euxinischen Gebietes auseinander: »Ein solcher Abfluß würde bald ein brackisches Becken von der Größe des Schwarzen Meeres in einen Süßwassersee verwandeln. Einige Abschätzungen zeigen, daß, wenn das Schwarze Meer z. B. keinen Zufluß vom Mittelmeer durch die untere Strömung des Bosporus mehr erhalten würde, so würde es sich bald, bei den heutigen Bedingungen in etwa 15.000 Jahren in einen Süßwassersee verwandeln. Die pliocänen Faunen des euxinischen Gebietes aber weisen darauf hin, daß hier, wenigstens im Hauptbecken, ein immer mehr oder weniger brackisches Wasser vorhanden gewesen war, obwohl einige Teile des ehemaligen ungeheuren pontischen brackischen Meeres allmählich früher (mitteldanubisches Becken) oder später (dacisches Becken) sich vollkommen ausgesüßt haben.«

Ich halte dieses weitere Argument, welches Andrussow gegen die Hypothese einer Bildung des Bosporustales durch einen Abfluß des Schwarzen Meeres anführt, für sehr gewichtig und betrachte es als eine wesentliche Stütze der von Andrussow und mir vertretenen Ansicht, daß die Eintiefung des Tales durch einen in entgegengesetzter Richtung strömenden Fluß erfolgt ist. Über die Ursachen freilich, welche dieser Bewegung

[1] N. Andrussow, Bosporus und Dardanellen (Apropos der Schriften von Cvijić und R. Hoernes). Annuaire géologique et minéralogique de la Russie (vol. XII, livr. 7 et 8, p. 189 jusque 207). Russisch mit deutschem »Resumé«.

eines, wie die von ihm geschaffene Erosionsrinne lehrt, nicht unbedeutenden Flusses zugrunde liegen, gehen Andrussow's und meine eigenen Annahmen weit auseinander. Ich glaubte die Möglichkeit der Eintiefung einer so weit unter die heutige Meeresoberfläche reichenden Erosionsrinne, ähnlich wie N. Sokolow die Entstehung der südrussischen Limane auf einen einstigen Tiefstand der Wasserfläche im Binnenbecken des Schwarzen Meeres infolge des durch klimatische Ursachen bedingten Überschusses der Verdampfung über den Zufluß zurückführen zu müssen. Andrussow gibt nun wohl zu, daß in geschlossenen Binnenbecken klimatische Niveauschwankungen möglich sind, weil die Wasserfläche solcher Becken bloß von dem Verhältnis des Wasserzuflusses und der Verdunstung abhängt. Er behauptet aber, daß man keine, weder klimatische noch eustatische, Verschiebungen pliocäner Uferlinien im ponto-kaspischen Gebiet mit Sicherheit nachweisen könne, »denn es gibt keine solche Uferlinie, welche, wenn auch kleine Deformation nicht erlitten hätte«. Gegenüber der Ansicht von Sokolow, welche die Entstehung der Limane einer positiven Verschiebung des Meeresniveaus zuschreibt, betont Andrussow, daß er wiederholt nachzuweisen versucht habe, daß die Geschichte der Limane und viele andere geologische Tatsachen viel besser mit der Annahme von Senkungserscheinungen im Einklang stünden. Nach Andrussow gäbe es sichere Beweise einer freien Kommunikation des Kaspischen und des Euxinischen Binnenmeeres und man könne nicht, wie ich angenommen hätte, alle »kaspischen« Formen, welche in den Schichten von Babèle und Gjurdjulesti, von Taganróg und Kertsch auftreten, bloß als unabhängige Relikte, etwa aus der pontischen Zeit, betrachten. Solche Relikte seien zweifellos vorhanden (wie *Monodacna colorata* Eichw. z. B.). Das Vorkommen anderer Formen kann man aber nur durch die Einwanderung aus dem kaspischen Becken erklären (*Didacna crassa* Eichw., *Clessinia variabilis* etc.). »Wenn aber um diese Zeit«, sagt Andrussow, »eine solche freie Kommunikation (durch die Manytschmeerenge mit einem gegenseitigen Wasseraustausch) existierte, so könnte das Wasserniveau in beiden Becken nur unbedeutende Niveauunterschiede zeigen«. Hierzu möchte ich nun bemerken,

daß für den Fall, als wirklich einmal eine freie Kommunikation durch die Manytschregion stattfand, die Zeit, in der dies der Fall war, noch genauer festzustellen sein wird. Andrussow will diese Zeit in die Epoche der Bildung der Tschaudaschichten verlegen, die er für gleichalterig mit den Bakuschichten im kaspischen Gebiet erklärt: »Das Vorkommen der *Didacna crassa* in den Tschaudaschichten kann nur durch einen Zusammenhang mit dem kaspischen Gebiet erklärt werden und dieser Zusammenhang konnte nur durch die Manytschniederung statthaben, wo Pravoslavlev das Vorhandensein der Bakuschichten vermutet.« Andrussow stellt sich den Zustand des Schwarzen und des Marmarameeres während der Tschaudazeit in der Weise vor, daß beide ein ungeheueres kaspiähnliches Binnenbecken darstellen, welches aber etwas kleiner gewesen wäre als das heutige Schwarze Meer. Pontus und Propontis seien durch eine Bosporusmeerenge im Zusammenhang gestanden, in welcher ein gegenseitiger Austausch der Gewässer und nicht etwa ein Abfluß des Marmarameeres in das Schwarze Meer oder umgekehrt vor sich gegangen sei. Um dieselbe Zeit habe die Propontis von Süden her einen ägäischen Dardanellenfluß aufgenommen. »Auf diese Weise muß man die Zeit der Erosion des Bosporuskanales in eine der Tschaudazeit vorangegangene Epoche stellen.« Diese Annahme Andrussow's gewinnt für mich dadurch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß ich den Tschaudaschichten, wie Andrussow wohl mit Recht zurückweist, ein zu hohes Alter zuerkannte und sie unmittelbar über die pontischen Schichten stellte, während sie von denselben nach Andrussow noch durch kimmerische und Kujalnikschichten getrennt sind. Wenn man also mit Andrussow die Bildungszeit der Bosporusrinne noch in die Epoche vor der Tschaudazeit verlegt, bleibt innerhalb des Pliocäns zwischen den obermiocänen pontischen Ablagerungen und den Tschaudaschichten, die dem obersten Pliocän entsprechen, noch genug Spielraum übrig, um die unterpliocäne Eintiefung der Flußrinne annehmen zu können. Andrussow läßt allerdings die genauere Zeitbestimmung dieser Eintiefung als ziemlich unsicher erscheinen. Er sagt: »Es ist für mich nicht außer Zweifel gestellt,

daß beide Kanäle (Bosporus und Dardanellen) Stücke ein und derselben Rinne darstellen. Erstens kennen wir nicht genau das Alter des Propontiskessels. Das sarmatische Meer berührte das Marmaragebiet nur von Norden und Westen, ebenso das Becken, in welchem die mäotischen Schichten mit *Congeria byzantica* und die pontischen Schichten von Keschan etc. sich bildeten. Wenn die Entwicklung der Rinnen der Dardanellen und des Bosporus sogleich nach dem Rückgang des sarmatischen Meeres begonnen hat, so entsteht jetzt die Frage, wie sich dieselben zu jenen Becken verhielten, ob nicht z. B. der mäotische und der pontische Dardanellenfluß sich nicht in gleichzeitige Binnenbecken Thraciens ergoß. Oder gehört dann die Ausarbeitung der Dardanellen und des Bosporus schon einer Epoche, welche jünger ist als die des Odessaer Kalkes (oberpontisch, kimmerisch)?«[1] Ich möchte zu diesen Ausführungen Andrussow's bemerken, daß ich, ebenso wie Cvijić und Philippson, der Meinung bin, daß Bosporus und Dardanellen von einem und demselben Fluß durchströmt und ausgetieft wurden und daß ihre Austiefung jedenfalls erst nach der Ablagerung der Schotter des Belgrader Waldes, die Hochstetter und Cvijić den Belvedereschichten gleichstellen und nach der Bildung der gleichalterigen Schichten am Hellespont, aus welchen Neumayr die charakteristischen Überreste der Pikermifauna angeführt hat, zustande gekommen sein kann. Andrussow meint, daß sich in der Geschichte der Dardanellen und des Bosporus zwei selbständige Epochen unterscheiden lassen: eine, welche der mäotischen und der unterpontischen Zeit entspricht, und eine andere, jene der Tschaudaschichten, in welch letzterer die Dardanellen ein Flußtal und der Bosporus eine Meerenge bildeten. Demgegenüber glaube ich daran festhalten zu müssen, daß die Eintiefung der beiden Flußrinnen, wie schon Philippson und Cvijić aus guten Gründen annehmen, von einem und demselben Fluß und zu einer und derselben Zeit geschaffen wurden. Diese Zeit kann unmöglich, wie Andrussow will, bis ins Miocän zurückreichen, denn die Bildung der Flußtäler ist sicher jünger als die

[1] Andrussow, a. a. O., p. 206.

Ablagerung der Belvedereschotter, sie kann daher nicht, wie Andrussow will, zur unterpontischen oder gar zur mäotischen Zeit erfolgt sein oder begonnen haben. Ich habe es wahrscheinlich zu machen gesucht, daß die Zeit der Eintiefung dieser Fußrinnen zusammenfällt mit der Bildung levantinischer Süßwasserablagerungen in den Seen des ägäischen Festlandes. Philippson hat die Ansicht ausgesprochen, daß diese Seen bei der Nähe des damaligen Mittelmeeres nur in geringer Höhe über dem Meeresniveau bestanden haben könnten. Zwischen solchen niedrigen Seen hätten seiner Meinung nach die 300 *m* tiefen Täler des Bosporus und des Hellesponts nicht eingeschnitten werden können. Er gelangt dadurch zur oberen Pliocänzeit als frühestem Termin für die Erosion der Bosporus- und Hellespontäler.[1] Diese Annahme einer so späten Erosionszeit wird aber überflüssig, wenn wir mit Andrussow voraussetzen, daß der Fluß, der jene Täler aushöhlte, gegen das Schwarze Meer geflossen sei. Wir könnten dann füglich die Bildung der Erosionsrinnen schon im unteren Pliocän beginnen lassen, so daß zur Zeit der Tschaudastufe die von Andrussow angesprochene Kommunikation bereits hergestellt sein könnte. Ich muß aber gestehen, daß ich von der Gleichzeitigkeit aller von ihm der Tschaudastufe, beziehungsweise den Bakuschichten zugerechneten Ablagerungen keineswegs vollkommen überzeugt bin und noch weniger davon, daß damals das Marmarameer durch die Meerenge des Bosporus mit dem Schwarzen Meer und dieses durch eine in der Manytschregion angenommene Straße mit dem Kaspischen See in offener, unmittelbarer Verbindung stand. Die Schichten von Gallipoli, welche der Tschaudastufe zugerechnet werden, können recht gut in einem Binnengewässer abgelagert worden sein, welches beschränkte Ausdehnung hatte. Man könnte vielleicht ähnliche Verhältnisse voraussetzen, wie für die pontische Zeit, in der Schichten mit Limnocardien und Congerien in so großer Verbreitung zum Absatz kamen, daß wohl niemand einen unmittelbaren Zusammenhang der Gewässer, einen einzigen großen

[1] A. Philippson, Bosporus und Hellespont. A. Hettner's Geographische Zeitschrift, IV (1898), p. 25.

Binnensee, der ungeheure Gebiete Europas bedeckte, annehmen möchte. Oder sollte man auf Grund der pontischen Versteinerungen, welche G. Capellini bei Ancona und in der Umgebung von Pisa und Livorno nachwies, sowie jener, die Ch. Mager-Eymar bei Saint Ferréol nächst Bollène entdeckte, annehmen, daß zur pontischen Zeit ein ungeheurer Süßwassersee von Südrußland bis ins Rhônetal reichte und beide Seiten des Appenins bespülte? Wie unzulässig eine solche Annahme ist, scheint mir auch aus der heutigen weiten Verbreitung der *Dreissensia polymorpha* in den Seen und Flüssen Europas hervorzugehen. Ich halte es recht gut für möglich, daß gerade zur Zeit, als die »Tschaudaschichten« von Gallipoli in einem inmitten des pliocänen Stromlandes gelegenen Süßwassersee abgelagert wurden, die Flußrinnen angelegt oder noch weiter vertieft wurden, die nach Andrussow ein höheres Alter haben müßten, damit die von ihm vorausgesetzte Meerenge eine freie Kommunikation zwischen dem Becken des Schwarzen Meeres und jenem des Marmarameeres hätte bilden können. Eine Korrektur der von mir aufgestellten chronologischen Tabelle, welche die jeweilig im Gebiet des Pontus und Südrußlands einerseits, im Gebiet des Marmarameeres und der Ägäis andrerseits herrschenden Verhältnisse zur Anschauung bringt,[1] wäre also vielleicht nur in der Weise nötig, daß die Bildung der Dreissensien- und Cardienschichten von Gallipoli nicht, wie ich es getan hatte, in die dritte Mediterranstufe Suess' (Unterpliocän), sondern in die vierte Mediterranstufe (Oberpliocän) zu setzen wäre.

Eine wesentlichere Differenz als jene, welche die Zeit der Eintiefung der Bosporusrinne betrifft, ist in den von Andrussow und mir geäußerten Ansichten hinsichtlich der Beziehungen dieser Eintiefung zu den Limantälern und der Möglichkeit ihrer Entstehung vorhanden. Ich habe mich vollkommen der Ansicht N. Sokolow's angeschlossen, welcher die Limantäler durch einen einstigen Tiefstand des Binnenmeeres im Pontusbecken erklärte, und bin von seinen, wie mir scheint, im übrigen volle Beweiskraft besitzenden Ausführungen nur insofern

[1] R. Hoernes, Bildung des Bosporus und der Dardanellen, p. 63 [755].

abgewichen, als ich die Bildung der Limantäler und auch der Rinnen des Bosporus und der Dardanellen in eine viel frühere Zeit verlegte als Sokolow, der sie gegen das Ende des Eiszeitalters heraufrückte, was mir aus den von mir ausführlich dargelegten Gründen nicht zulässig schien. Andrussow aber ist der Ansicht, daß sich die Limantäler sowie die Kanäle des Bosporus und der Dardanellen nicht bei einem tiefen Stand der euxinischen Gewässer, sondern bei einem anderen relativ höheren Stande des Festlandes gebildet hätten. Das, was an Argumenten für diese Annahme angeführt wird, scheint mir aber nicht hinlänglich beweiskräftig. Andrussow sagt: »Im kaspischen Becken sind die Uferlinien der Bakustufe (welche etwa den Tschaudaschichten entsprechen) meistens deutlich deformiert, während jüngere, aralo-kaspische Uferlinien keine direkt nachweisbare Dislokationen darstellen. Nach der Zusammenstellung von L. Berg liegen höchste quaternäre Ufermarken am Kaspischen Meere in einer absoluten Höhe von etwa 54 *m* über dem Schwarzen Meere. Dieser Umstand zwingt uns zur Annahme der Senkungen der Nordwestküste des Asowschen und des Schwarzen Meeres, an der Westküste des letzteren bei Sebastopol sowie im Gebiet des Marmarameeres.«[1]

Hingegen wäre nun vor allem zu bemerken, daß auch dann, wenn wir die gegenwärtige Höhenlage der betreffenden Regionen am Asow'schen, Schwarzen und Marmarameer gegenüber den Gestaden des Kaspisees, welche die ursprüngliche Höhe bewahrt hätten, durch Senkungen der ersteren Gebiete erklären wollen, durch diese Bodenbewegungen allein die Eintiefung der Limane und der Flußtäler der Dardanellen und des Bosporus mit allen Begleiterscheinungen noch nicht verständlich würde. Darauf, daß man, wenn schon in Deformationen der Erdrinde die Ursachen der heutigen Verhältnisse gesucht werden sollen, aus den von Andrussow angeführten Tatsachen vielleicht ebensogut den Schluß ziehen könnte, daß die Umgebung des Kaspisees gehoben wurde, während die Region der Limantäler im früheren Zustand verharrte, soll hier gar nicht weiter eingegangen werden. Ich möchte nur betonen,

[1] Andrussow, a. a. O., p. 205.

daß man unter allen Umständen, auch wenn man mit Andrussow Hebungen und Senkungen der Limanregion annehmen will, durch diese allein doch schwerlich die Phänomene erklären kann, deren Schauplatz Südrußland zur jüngeren Tertiärzeit war. Die Grenzen des einst im Becken des Schwarzen Meeres vorhandenen Binnensees zur sarmatischen, mäotischen und pontischen Zeit sprechen diesbezüglich eine deutliche Sprache und ich kann mich unmöglich zu der Ansicht bekennen, daß diese Oszillationen bloß durch abwechselnde Hebungen und Senkungen zustande gekommen seien.

Andrussow macht aber noch weitere Argumente für seine Senkungshypothese geltend: er sagt: »Auf diese Senkung weist nicht nur die verschiedene Höhe, in welcher die quaternären Ablagerungen mit kaspischen Muscheln am Schwarzen Meere gefunden worden sind, sondern auch ihre Abwesenheit dort, wo sie kraft der topographischen Verhältnisse am ehesten zu erwarten wären. Besonders interessant in dieser Hinsicht ist die Entdeckung von R. Justus, welcher bei Nikolajew Ablagerungen mit *Didacna crassa* Eichw. in einer Tiefe von etwa 20 *m* unter dem Wasserspiegel des Buglimans gefunden hat. Mit R. Justus kann man auch schließen, daß die Bildung der Limantäler und ihr Untertauchen unter das Wasserniveau wahrscheinlich um verschiedene Zeiten geschah.«

Der letztere Schluß scheint mir durch die bisher festgestellten Tatsachen keineswegs so sicher begründet, daß man gezwungen wäre, die Annahme Sokolow's von einer gleichzeitigen Eintiefung der Limantäler bei tiefem Wasserstand des einstigen Binnenmeeres aufzugeben. Ich will keineswegs die von Andrussow behaupteten Senkungserscheinungen in Abrede stellen, ich bin auch überzeugt, daß die von R. Justus beobachteten Tatsachen zur Genüge dartun, daß die einzelnen Limane seit der Eintiefung ihrer Täler verschiedene Schicksale gehabt haben, demungeachtet glaube ich, daß die Erscheinung der unter das heutige Meeresniveau hinabreichenden Erosionsrinnen, welche sich nicht bloß längs des ganzen Nord- und Westufers des Schwarzen Meeres verfolgen läßt, sondern auch noch in das Gebiet des Marmarameeres hineinreicht, eine gemeinsame Ursache haben muß, die nicht in Verbiegungen

dieser Gebiete der Erdrinde allein gesucht werden kann. Würde die Annahme von J. Cvijić, nach welcher Bosporus und Dardanellen durch einen Fluß ausgetieft wurden, der einen Abfluß des pliocänen, im Becken des Schwarzen Meeres vorhandenen Binnensees über das damalige ägäische Festland zum Mittelmeer gebildet hätte, tatsächlich zu erweisen sein, so bliebe wohl nichts übrig, als mit Cvijić weitgehende Niveauveränderungen und Verbiegungen anzunehmen, die zuerst die Aufwölbung ausgedehnter Landstriche und dann noch stärkere Senkungen herbeigeführt hätten, denn es liegt auf der Hand, daß Änderungen der Erosionsbasis, wie sie etwa eustatische Bewegungen des Mittelmeeres bedingt hätten, unmöglich imstande gewesen wären, die tatsächlich zu beobachtenden Erscheinungen zu verursachen. Anders liegt die Sache, wenn wir mit Andrussow annehmen, daß die Flußrinne des Bosporus durch einen dem Becken des Schwarzen Meeres zueilenden Strom ausgetieft worden sei. Dann ist die absolute Höhe des damals in diesem Becken vorhandenen Binnenmeeres vorläufig unbekannt, wir wissen nicht, ob es höher stand oder tiefer als das heutige Schwarze Meer, wohl aber können wir einen Schluß ziehen auf die relative Höhe gegenüber dem Festland. Diese letztere Höhe muß unter allen Umständen zur Zeit der Eintiefung der Limantäler und des Bosporus eine geringere gewesen sein als jene, welche das Binnenmeer zur sarmatischen, mäotischen und pontischen Zeit aufwies, weil sonst ein Einschneiden der Flußrinnen unter den heutigen Spiegel des Schwarzen Meeres unmöglich gewesen wäre. Ein solcher Tiefstand des pliocänen Binnenmeeres ist aber lediglich durch Überwiegen der Verdampfung über den Zufluß zu erklären und mit dieser Annahme steht auch die Tatsache der weiten Verbreitung der Conchylienablagerungen im Becken des Schwarzen Meeres in Zusammenhang, die auf einen einstigen Tiefstand des damaligen Binnenmeeres hinweisen. Ich glaube an dieser Annahme festhalten zu sollen, da sie durch die von Andrussow gemachten, auf seither eingetretene Niveauveränderungen sich beziehenden Einwände nicht widerlegt wird.

Von den etwas weiter ausgreifenden Erörterungen, zu welchen die Ausführungen Andrussow's Veranlassung gaben,

zu dem Bosporusproblem im engeren Sinne zurückzukehren, werde ich durch ein Schreiben geleitet, welches Colonel Th. English am 15. April l. J. an mich gerichtet hat, das er durch Übersendung zweier von der englischen Admiralität herausgegebener Karten (»Black Sea, S: IX: Bosporus to Kerempek« und »The Bosporus«) zu ergänzen die große Güte hatte. In meinem Aufsatz über die Bildung des Bosporus und der Dardanellen hatte ich die mir damals unmögliche Einsicht in eine die Tiefenverhältnisse genauer darstellende Karte beklagt, da ich mich in meinen Ausführungen über die Kolke des Bosporus, abgesehen von der Erörterung derselben durch Th. English in seiner 1904 im Quarterly Journal of the Geological Society veröffentlichten Abhandlung, nur auf die kleine unzureichende Karte in Berghaus' Physikalischem Atlas stützen konnte. Dank der Güte des Herrn Th. English bin ich nun in der Lage, nach Einsicht der so genaue und ausführliche Daten über die Tiefenverhältnisse des Bosporus und des angrenzenden Teiles des Schwarzen Meeres bietenden Admiralitätskarten meine damaligen Ausführungen wesentlich zu ergänzen und zu berichtigen. Eine wesentliche Erleichterung bot mir bei Benützung der Karten auch die Einzeichnung der Tiefenlinien durch Colonel English, durch welche sehr dankenswerte Einzeichnung die Umgrenzung der Kolke und die sonstigen charakteristischen Züge im Bilde der Tiefenverhältnisse viel klarer hervortreten als durch die bloßen ziffernmäßigen Angaben der Tiefe.

Ich kann nun zunächst eine von mir 1909 ausgesprochene Vermutung über die Tiefengestaltung der Mündungsregion des Bosporus ins Schwarze Meer berichtigen. Ich vermutete, daß die Flußrinne des Bosporus noch ein Stück auf dem Boden des Schwarzen Meeres zu verfolgen sein dürfte, und stützte mich dabei auf die Karte 24 des Berghaus'schen Physikalischen Atlasses (Mittelländisches und Schwarzes Meer), welche — wie ich auch in einer Textfigur zur Anschauung brachte — zwei, wie ich glaubte, sehr bezeichnende Einbiegungen der Tiefenlinie von 200 *m*, welche sich dem Bosporus zukehren, erkennen läßt, während die Tiefenlinie von 1000 *m* keinerlei Störung aufweist. »Wenn« — so meinte ich mit gutem Grund annehmen

zu dürfen — »in der Tat Furchen auf dem Grunde des Schwarzen Meeres vorhanden sind, welche als Verlängerung des Bosporustales betrachtet werden können, so sind sie gewiß nicht durch die heutige untere Strömung salzigeren Wassers verursacht worden, zumal diese ihre Wirkung kaum bis zu einer Tiefe von 200 *m* und darüber hinaus wird erstrecken können«. Die in Faden angegebenen Tiefen der Umgebung der Bosporusmündung, wie sie aus dem Blatt IX der Karte des Schwarzen Meeres ersehen werden können — und noch deutlicher die von Colonel English eingetragenen Tiefenlinien — lassen nun lediglich in der unmittelbaren Nähe der Mündung eine kurze Fortsetzung der Bosporusrinne erkennen, die aber sehr rasch undeutlich wird und sich keineswegs bis zur Hundertfadenlinie verfolgen läßt. Die beiden Einbuchtungen dieser Linie hängen demnach keineswegs, wie ich 1909 annahm, damit zusammen, daß der durch den Bosporus dem einstigen Binnensee zuströmende Fluß auf dem jetzigen Meeresgrund Rinnen ausgrub. Colonel English macht mich in seinem Brief darauf aufmerksam, daß die Hundertfadenlinie 15 Meilen von der Küste entfernt ist sowie benachbart mit Tiefen unter 50 Faden, welche ähnliche Erscheinungen nicht erkennen lassen. Er verweist ferner darauf, daß, wie die Karte des Bosporus ersichtlich macht, am Nordeingang der Meerenge in einem Abstand von 3 Seemeilen in der Richtung Fil Burnu keine größere Tiefe als 27 bis 28 Faden vorhanden ist, aber die Sondierungen einen sandigen Grund zeigen. Ich kann daher Colonel English nur zustimmen, wenn er Zweifel darüber äußert, daß aus diesen Karten Schlüsse über die Austiefung der Fortsetzung der Bosporusrinne gegen das Schwarze Meer abgeleitet werden können (»I doubt, wheter it is possible from these charts to draw any conclusions as to the real depths to wich the continuation of the Bosphorus-channel seawards was originally excavated«).

Eine wesentlichere Differenz in meinen und Colonel English' Anschauungen betrifft die Situation und die Bildung der Kolke in der Bosporusrinne. Ich muß hier zunächst bemerken, daß die von mir 1909 in Fig. 1 gegebene Kartenskizze lediglich auf der Berghaus'schen Darstellung der Kolke auf

dem Grund des Bosporus beruht und, wie Colonel English in seinem Briefe bemerkt, Unrichtigkeiten aufweist, da auch die kleine Karte in Berghaus' Physikalischem Atlas ungenau ist. So ist zumal die Lage des tiefsten Kolkes (66 Faden) bei Kandili unrichtig angegeben; derselbe liegt tatsächlich eine halbe Meile weiter südlich und English meint, daß diese Tatsache das von mir mit Bezug auf die Suess'sche Beschreibung der Bildung der Staukolke abgeleitete Argument zugunsten der Bildung der Kolke des Bosporus durch ein vom Marmarameer zum Schwarzen Meer fließendes Gewässer widerlege. Colonel English bezeichnete auf der Karte des Bosporus durch eine gestrichelte Linie die Lage der Hauptwasserscheide zwischen dem Marmara- und dem Schwarzen Meer und bemerkt dazu in seinem Brief, daß dort, wo diese Linie den Bosporus kreuzt, die engste Stelle der Meerenge liegt, während die tiefste Stelle derselben ungefähr eine halbe (englische) Meile südwärts sich befinde, und es scheine ihm, daß die Gestalt ihrer Konturlinien große Ähnlichkeit mit der Figur in Suess' »Antlitz der Erde« aufweise, welche einen von der Donau bei der Schließung des Neuhaufen-Leitwerkes erzeugten Staukolk darstellt (»... it seems to me that the shapes of the contour lines bear a clou resemblance to the figure 106 in Suess' work to which you refer (p. 571 in the french edition[1]) representing the contours of an excavation similarly formed by the current at Neuhaufen—Schüttau on the Danube«).

Bei der Bedeutung dieser Frage habe ich mir erlaubt, ein Stück der Bosporuskarte hier wiederzugeben, welche die engste und tiefste Stelle der Meerenge zur Anschauung bringt mit den von Colonel English eingezeichneten Tiefenlinien von 5 Faden Vertikaldistanz und der von ihm eingetragenen, durch eine gestrichelte stärkere Linie bezeichneten Hauptwasserscheide zwischen Marmara- und Schwarzem Meer.

Ich möchte nun bemerken, daß allerdings, wenn man die Wasserscheidenlinie so zieht, die größte Tiefe ein beträchtliches Stück, etwa eine halbe englische Meile, südwärts von der

---

[1] Fig. 35, p. 436 der deutschen Ausgabe von Suess' »Antlitz der Erde«, Bd. II.

Stelle liegt, wo die Wasserscheidenlinie des Bosporus kreuzt. Es ist mir aber nicht ganz klar, warum diese Linie an der kritischen Stelle gerade so gezogen werden muß; man könnte sie meines Erachtens füglich ohne die stark nach Norden umbiegende Krümmung von den felsigen Höhen über Kandili auf der asiatischen Seite zum dortigen Leuchtturm und dann gerade über die tiefste Auskolkung von 66 Faden zum europäischen Ufer ziehen. Allerdings würde auch bei dieser mir nicht unwahrscheinlich dünkenden Annahme unter der Voraussetzung, daß die Durchbrechung der Wasserscheide für die Bildung der Kolke durch den einstigen Bosporusfluß maßgebend gewesen wäre, die tiefste Auskolkung gerade dort zustande gekommen sein, wo die einstige Wasserscheide von der Flußrinne gekreuzt wird. Es ist wohl hinlänglich klar, daß die Gestaltung der Bosporusrinne im allgemeinen und insbesondere hinsichtlich ihrer Engen und Tiefen durch die Widerstandsfähigkeit der Gesteine bedingt wurde, in welche der pliocäne Fluß sich einschnitt. Es wäre eine dankbare Aufgabe, zu untersuchen, wie im einzelnen Falle sich die Gesteinsbeschaffenheit der devonischen Schichtreihe des Bosporus durch besondere Formen der heutigen Meerenge, durch ihre Verengerung und Vertiefung geäußert hat. Ich muß es mir wohl versagen, auf diese Frage näher einzugehen und möchte mich auf die Bemerkung beschränken, daß gerade in der dem Schwarzen Meere benachbarten Region jugendlicher Eruptivgesteine eine ziemliche Erweiterung des einstigen Flußtales, wohl infolge geringerer Widerstandsfähigkeit der Gesteine, ersichtlich wird.

Die engste Stelle bei Kandili ist in entgegengesetzter Weise wohl dem Vorhandensein besonders widerstandsfähiger Gesteine zuzuschreiben. Es handelt sich nun darum, ob und inwieweit aus der Lage der in diese Gegend bis auf 66 Faden hinabreichenden Auskolkung Argumente für die Annahme einer einstigen Flußrichtung abgeleitet werden können. So einfach, wie ich dies 1909, auf die ungenaue kleine Berghaus'sche Karte mich stützend, dargestellt hatte, liegt die Frage keineswegs und auch dann, wenn man, wie oben angedeutet, nicht mit Colonel English an der kritischen Stelle, wo die

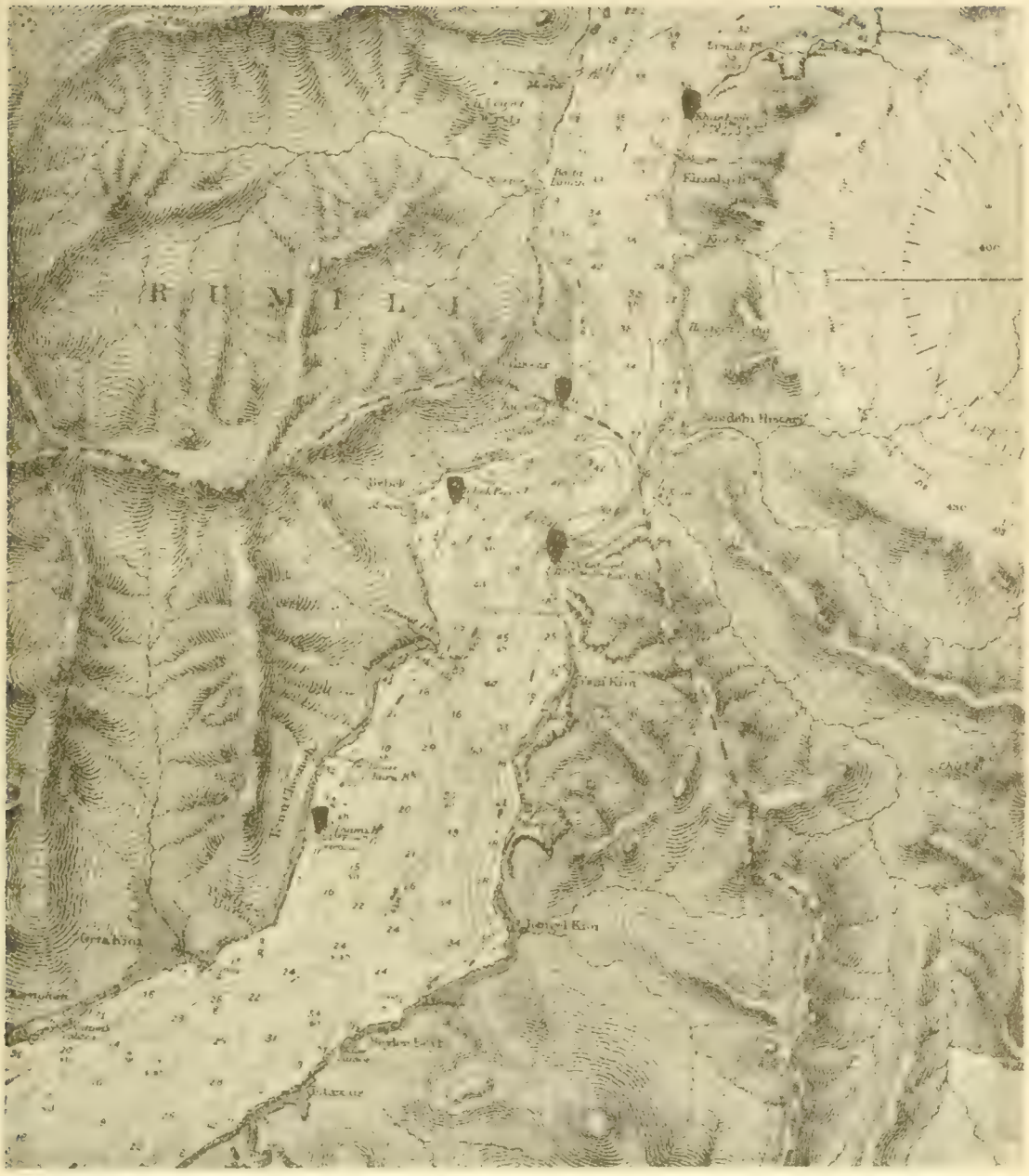


Fig. 1.

Die engste und tiefste Stelle des Bosporus nach der englischen Admiralitätskarte mit den von Colonel English eingezeichneten Tiefenlinien, deren Vertikaldistanz 5 Faden beträgt, und der von ihm durch eine gestrichelte Linie bezeichneten Hauptwasserscheide zwischen Marmara- und Schwarzem Meer.

Hauptwasserscheide zwischen Marmara- und Schwarzem Meer den Bosporus übersetzt, dieselbe nach Nord ausbiegen läßt, sondern annimmt, daß sie gerade über Kandili und die größte Tiefe gegen die Höhen über Bebek am europäischen Ufer

gelaufen wäre, erscheint die 1909 von mir vorgebrachte Deutung der Lage des tiefsten Kolkes unhaltbar. Ich habe damals die Kolke im Bosporus als »Staukolke« im Sinne Suess' bezeichnet und zumal die von Suess eingehend erörterten Beispiele bei der Abschließung alter Stromarme zur Vergleichung herangezogen, vielleicht in nicht ganz zutreffender Weise. Denn bei solchen Absperrungsarbeiten, wie sie Suess anführt, entstehen nicht unbeträchtliche Stauungen. So betrug bei der Schließung des alten Donaubettes am Weidenhaufen unterhalb Wien die Stauhöhe 0·95 *m*, als die Einengung 45 *m* betrug; beim Elender Leitwerk betrug nach dessen Schließung der Unterschied zu beiden Seiten des Dammes 1·10 *m*; bei der Abschließung des Alten Rheins bei Mannheim 1866 war nach Vollendung des Abschlusses zwischen Ober- und Unterwasser ein Unterschied von 43 Zoll vorhanden. Bei solchen Eindämmungen staut sich der Strom, stürzt durch die noch nicht völlig geschlossene Öffnung mit reißender Geschwindigkeit, seine Bewegung gleicht dem Sturz über ein Wehr und unterhalb der Aufdämmung bildet sich die tiefste Stelle in der Grube, welche in das Bett gehöhlt wird. In den von Suess erwähnten Fällen war die Stauhöhe eine relativ beträchtliche und das Material, in welchem die Kolke ausgehöhlt wurden, war wenig widerstandsfähig. Suess bemerkt dazu: »Es ist richtig, daß alle hier erwähnten Kolke in losem Schwemmland oder in Ton ausgehöhlt worden sind; nichtsdestoweniger zeigen sie, daß strömendes Wasser bei verengtem Durchflußprofil mit großer Macht den Boden aufzuschürfen und auszutiefen imstande ist, und es kann wenig Zweifel darüber herrschen, daß die Wirkung, welche in wenigen Wochen oder Tagen auf losem Boden ausgeübt wurde, auch im festen Felsen sich äußern würde, wofern dem Strome dazu die nötige Zeit gegeben wäre«.[1] Hier ist es nun fast überflüssig, hinzuzufügen, daß Verhältnisse, wie sie z. B. am Durchbruche der Donau durch das Eiserne Tor zu beobachten sind, zur Genüge erhärten, daß bloße Verengerungen des Flußbettes, wie sie durch härtere Gesteine bedingt werden, in der Tat genügen, gewaltige Kolke auch in festem, widerstandsfähigem Gestein zu

[1] E. Suess, Antlitz der Erde, II, p. 436.

verursachen. Aber die Art der Ausbildung dieser Vertiefungen ist, wie mir scheint, noch nicht genügend untersucht und erläutert worden. In den von Suess erörterten Fällen handelt es sich um früher vorhandene Stromarme, die bei Flußkorrektionen künstlich geschlossen werden sollten. Bei der Ausführung der Regulierung wurde in allen Fällen, wie Suess hervorhebt, mit Anstrengung aller Kräfte gearbeitet, so daß dem Strome niemals Zeit gelassen wurde, den Kolk vollständig auszubilden. Würde dies der Fall gewesen sein, so würde das Bild, wie es Suess nach einer von Baurat Taussig mitgeteilten Skizze von dem bei Schließung des Neuhaufen-Leitwerkes entstandenen Kolk gibt, sich wohl etwas anders gestaltet haben. In dem im Bilde festgehaltenen Augenblick reicht der Kolk nur wenig über die Dammlinie nach aufwärts, seine größte Ausdehnung und die tiefste Stelle liegen unterhalb derselben. Es ist aber die Frage, welche Gestaltung der Kolk angenommen haben würde, wenn dem Strom noch weiter Zeit gelassen worden wäre, ihn auszuarbeiten. Ich möchte vermuten, daß sich dann die Austiefung weiter nach rückwärts fortgesetzt und auch die Stelle der größten Tiefe sich nach aufwärts, nahe bis zur engsten Stelle, verlegt haben würde. Es sind aus diesem Grunde die von Suess angeführten Beispiele, so lehrreich sie im allgemeinen für die Erklärung tiefer Auskolkungen durch fließendes Wasser sind, wohl nicht hinreichend, um eine genaue Vorstellung des Vorganges und des Endergebnisses bei einem sich selbst überlassenen Strome zu geben, der Zeit hat, an einer verengten Stelle seines Laufes die Ausbildung des betreffenden Kolkes zu vollenden. Ferner ist zu berücksichtigen, daß in all den Fällen, wo früher vorhandene Flußarme bei Regulierungen durch Leitwerke geschlossen wurden, eine erhebliche Stauung des Wassers eintritt, die neben dem Vorhandensein wenig widerstandsfähigen Materials in allen von Suess angezogenen Fällen die rasche Ausbildung der Kolke wesentlich begünstigen mußte.

Wertvolle Aufklärungen hinsichtlich der Bildung der Kolke in sich selbst überlassenen Flußgerinnen danke ich vor allem dem korrespondierenden Mitglied der kaiserlichen Akademie, Herrn Prof. Dr. Philipp Forchheimer in Graz, der mich vor

allem darauf aufmerksam machte, wie häufig mehr oder minder tiefe Kolke im Flußbett durch bloße Verengerung zustande kommen, wie sie sich bei dem Auftreten widerstandsfähiger Gesteine finden. Ein recht lehrreiches Beispiel erläutern diesbezüglich die eingehenden graphischen Darstellungen, Karten und Profile, welche die Verhältnisse des Murflusses beim Kegelhof unweit Murau zum Gegenstand haben und in der Sammlung der Lehrkanzel für Wasserbau der Grazer technischen Hochschule aufbewahrt werden. Noch lichtvoller aber waren gerade in Hinsicht auf die mich beschäftigenden Fragen die Darstellungen über die Bildung von Kolken in Flußverengerungen, welche sich in dem mir von Kollegen Forchheimer zugänglich gemachten Werke von R. Jasmund »Die Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung 1851« bis 1900 (Denkschrift des 50jährigen Bestehens der Rheinstrombauverwaltung, Berlin 1901) finden. Im Laufe des Rheins finden sich zahlreiche Stellen, an welchen das Flußbett infolge des Auftretens widerstandsfähigerer Gesteine wesentlich eingeengt erscheint, und jedesmal tritt dort, wo das Querprofil des Gerinnes erheblich verkleinert wird, eine mehr minder starke Vertiefung des Bettes, eine Auskolkung, ein. Diese »reifen Kolke«, wie ich sie nennen möchte, unterscheiden sich nun in ihrer Gestaltung und Lage nicht unwesentlich von den unter eigenartigen Voraussetzungen bei Flußregulierungen gelegentlich der Absperrung von Stromrinnen gebildeten Vertiefungen, mit denen sie wohl die Grundursache, die verstärkte Arbeit des rascher sich bewegenden Wassers und manche Erscheinungen, wie z. B. die nächst dem Kolk flußabwärts in ruhigerem Wasser sich bildenden Aufschüttungen, gemein haben. Von besonderem Interesse scheint mit aber vor allem der Umstand, daß die reifen Kolke nicht eine größere oder kleinere Strecke flußabwärts unter der Verengerungsstelle, sondern genau an dieser selbst gelegen sind. Ich möchte das an einem hierzu besonders geeigneten Beispiel, an dem Kolk bei der Loreley oberhalb St. Goar, erläutern und erlaube mir, zu diesem Zwecke auf die in Fig. 2 wiedergegebene Darstellung der Stromstrecke an der Loreley im Jahre 1878 aus dem oben angeführten Werke von R. Jasmund zu verweisen. Der durch die Tiefenlinien —9,

—12, —15 bezeichnete Kolk liegt genau dort, wo das Flußbett durch die felsigen Ufer die größte Einengung erfahren hat, ja es reichen die Tiefenlinien noch etwas weiter flußaufwärts, worauf indes hinsichtlich der Linien —9, —12 vielleicht deshalb weniger Gewicht zu legen ist, weil das Gerinne schon stromaufwärts durch hervortretende Felsen (Göthestein, Moosley) verengt ist. Aber die tiefste Auskolkung, durch die Tiefenlinie —15 umschrieben, liegt genau an der Stelle der größten Verengerung des Flußbettes. Aufwärts von der Moosley liegt eine felsige Verengerung des Flußbettes, die ebenfalls wie jene an der Loreley eine wohlumschriebene Auskolkung zur Folge hatte, die auch wieder an der verengten Stelle selbst zur Ausbildung kam. Immerhin liegt hier die tiefste, durch die Linien —15 und —18 umschriebene Stelle ein ganz klein wenig unterhalb der größten Verengerung des Flußbettes. Einen halben Kilometer unterhalb der Flußenge und des tiefen Kolkes an der Loreley liegt eine Anschwemmung, »Das Grün«, welche den Rheinstrom in zwei Arme teilt, die, wie R. Jasmund ausführt, auch bei den Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung erhalten blieben, da der westlich gelegene Hauptarm mit Vorteil bei der Talfahrt, der östlich gelegene, schwächere, »Der Fabian«, bei der Bergfahrt benützt wurde. Man beschränkte sich deshalb, zumal den letzteren Arm durch Baggerung entsprechend auszugestalten, während der erstere durch ein oberhalb St. Goar errichtetes Leitwerk gesichert wurde. Ich möchte glauben, daß, wenn ein solcher ausgekolkter Flußlauf trockengelegt oder vom Meer inundiert würde, vielleicht die Lage solcher Anschwemmungen noch mehr als die Lage der Kolke selbst geeignet wäre, Aufschluß über die einstige Flußrichtung zu geben.

Suchen wir die Erfahrungen über die Ausgestaltung der Tiefen des Rheinbettes vergleichend auf jene der Bosporusrinne anzuwenden, so müssen wir meines Erachtens zugeben, daß sich aus der Lage des tiefsten Kolkes bei Kandili ein zwingender Schluß auf die Richtung, in der die Strömung sich bewegte, nicht wohl ableiten läßt, zumal die widerstandsfähigen Gesteine, welche die Lage der Hauptwasserscheide zwischen Schwarzem und Marmarameer und auch die Verengerung des Bosporus an der Kreuzungsstelle der Flußrinne mit der Wasser-

Fig. 2.

Der Kolk an der Lorelei und die unterhalb gelegene, den Rheinstrom in zwei Arme teilende Aufschüttung, reproduziert aus R. Jasmund, Die Arbeiten der Rheinstrombauverwaltung 1851 bis 1900, Berlin 1901.

scheide bedingen, wahrscheinlich nicht genau dort zu suchen sind, wo sie English annimmt, sondern etwas weiter südlich. Ich möchte aber auf diesen Punkt kein allzu großes Gewicht legen.

Mir scheint die Wahrscheinlichkeit der Annahme, daß die Kolke des Bosporus durch einen vom Marmarameer gegen das Schwarze Meer fließenden Strom ausgehöhlt worden sind, aus folgenden Tatsachen hervorzugehen:

1. Die Schwelle am südwestlichen Eingang des Bosporus, zwischen der Spitze des alten Serails und dem Leanderturm, scheint, wie English angibt, tatsächlich felsiger Natur zu sein; die Admiralitätskarte hat bei der Sondierung 16 Faden östlich vom alten Serail die Einzeichnung *r* (Rock). Die Schwelle ist zugleich die seichteste Stelle der ganzen Meerenge und English leitet aus ihrem Vorhandensein wohl mit Recht die Annahme ab, daß die Erosionsrinne des Bosporus durch einen von Südwest nach Nordost fließenden Strom eingeschnitten worden sei. Er nimmt aber an, daß später durch diese Rinne ein starker Strom in entgegengesetzter Richtung gegangen wäre, und dieser hätte erst die tiefen Auskolkungen verursacht. In diesem Falle würden aber doch an dem Ausgang des Bosporus im Marmarameer größere Anhäufungen von losem Material zu erwarten sein, während, wie es scheint, hier eine von solchem freie felsige Schwelle vorliegt.

2. An der nordwestlichen Mündung des Bosporus reicht die ausgekolkte Rinne desselben zwar nicht so weit, wie ich 1909 für wahrscheinlich hielt, aber doch, wie die Tiefenangaben der Admiralitätskarte lehren, eine ziemliche Strecke über die Küstenlinie hinaus, die wir über die Leuchttürme des europäischen und asiatischen Ufers ziehen können. In der Mitte der Rinne liegen hier Auskolkungen, die Tiefen von 40 Faden und darüber erreichen, gegen Nordost aber wird die Tiefe wieder geringer, sie sinkt auf 29, 28 und 27 Faden und die Bezeichnung des Grundes wird auf der Admiralitätskarte durch *S* (Sand) und *Sh* (Shells) gegeben, hier scheinen also Anschwemmungen zu herrschen, wie sie dem Aufwerfen des durch die Kolke hindurch getragenen Materials entsprechen dürften.

3. Für die Auskolkung durch einen gegen das Schwarze Meer strömenden Fluß sprechen, abgesehen von der schon 1909 erörterten allgemeinen Gestaltung des Goldenen Horns, noch mehr dessen Tiefenverhältnisse. Nach dem der Bosporuskarte der englischen Admiralität beigefügten Plan erreicht die Tiefe schon im Kriegshafen 22 Faden, steigt im Handelshafen auf 23 Faden und an der Vereinigungsstelle des Goldenen Horns mit dem Bosporus finden wir (auf der Hauptkarte) nordöstlich vom alten Serail eine bis 27 Faden hinabreichende Tiefe angegeben. Die Ausgestaltung der Tiefenverhältnisse im Goldenen Horn und an der Eingangsstelle des Bosporus zwischen Stambul und Pera ist eine derartige, daß die Rinne des ersteren besser und tiefer ausgebildet erscheint. Sie erweckt fast den Eindruck, als ob der doch jedenfalls kleinere, durch das Goldene Horn herabkommende Fluß stärker in die Tiefe zu arbeiten vermocht hätte als der Bosporusstrom selbst.

Alle diese unter 1 bis 3 erörterten Verhältnisse stimmen recht gut mit der Annahme, daß die Kolke des Bosporus durch ein von Südwest nach Nordost fließendes Gewässer ausgehöhlt worden seien; ich fühle mich aber verpflichtet, auch auf solche Tatsachen hinzuweisen, welche für die durch Colonel English vertretene gegenteilige Ansicht sprechen und es vielleicht verdienen würden, für dieselben noch mehr geltend gemacht zu werden als die oben erörterten, immerhin etwas zweifelhaften Verhältnisse der tiefsten Auskolkung bei Kandili. Bei Betrachtung der Admiralitätskarte finden wir südlich von der mehrerwähnten seichten und felsigen Barre zwischen der Spitze des alten Serails und dem Leanderturm in der Öffnung der Meerenge gegen das Marmarameer Tiefenverhältnisse, die eine ausgesprochene Rinne zwischen seichten Meeresteilen, der »Seragliobank« auf europäischer und der »Fanarbank« auf asiatischer Seite, erkennen lassen, und in dieser Rinne sind Auskolkungen von 30 Faden Tiefe (ostsüdost vom alten Serail) und 37 Faden (südsüdost vom alten Serail) zu beobachten. Diese Verhältnisse scheinen mir in der Tat solche, daß sie schwer mit der Annahme ihrer Verursachung durch einen von Südwest nach Nordost strömenden Fluß erklärt werden können, und sie verdienen vielleicht gegen diese Annahme noch mit

größerem Recht geltend gemacht zu werden als die oben erörterten Beziehungen der größten Tiefe bei Kandili zu der Lage der allgemeinen Wasserscheide zwischen Schwarzem und Marmarameer.

Indem ich hervorhebe, daß die Unterschiede zwischen der von Colonel English und mir vertretenen Ansicht über die Bildung des Bosporus sich darauf beschränken, daß ich sowohl die Entstehung des einstigen Flußtales selbst wie die Auskolkungen in der Tiefe desselben auf einen von Südwest nach Nordost fließenden Strom zurückführen möchte; während T. English dies nur für die Bildung des Tales selbst zugesteht, die tiefen Auskolkungen aber auf ein in entgegengesetzter Richtung fließendes Gewässer zurückführt, möchte ich aus den oben für und wider angezogenen Tatsachen vorläufig nur den Schluß ableiten, daß es mir notwendig erscheint, durch weitere Untersuchungen an Ort und Stelle die Stichhaltigkeit dieser Erklärungsversuche zu überprüfen. Dabei würden auch die von J. Cvijić über die alten Talböden in der Bosporusfurche gemachten Beobachtungen weiter zu verfolgen sein, zumal das Studium dieser Talböden gewiß weiteres Licht auf das Bosporusproblem zu werfen vermag. Diese Untersuchungen hätten sich dann auch auf die Dardanellen auszudehnen, bezüglich welcher, wie ich schon 1909 erörterte, die Ansichten von T. English einer-, von J. Cvijić und A. Philippson andrerseits wesentlich verschieden sind. N. Andrussow hält es für recht gut möglich, daß die Rinne der Dardanellen, so wie T. English es annimmt, durch einen in entgegengesetzter Richtung strömenden Fluß wie die Rinne des Bosporus geschaffen worden sei, während ich es für wahrscheinlicher halten möchte, daß die beiden Meerengen, so wie J. Cvijić und A. Philippson annehmen, einem und demselben Flusse ihre Eintiefung verdanken. Das Dardanellenproblem habe ich aber diesmal aus der Erörterung ganz ausgeschaltet, weil die zur Lösung desselben in Betracht zu ziehenden Tatsachen ohne neuerliche Untersuchung an Ort und Stelle kaum zu überwindende Schwierigkeiten darbieten.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. IX. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Der Aufbau der östlichen Nordalpen

(vorläufige Mitteilung)

von

Dr. **Leopold Kober.**

(Mit 1 Kartenskizze.)

(**Vorgelegt in der Sitzung am 30. November 1911.**)

Hiermit erlaube ich mir, unter Bezugnahme[1] auf einige andernorts veröffentlichte Untersuchungen die wichtigsten Ergebnisse mehrjähriger Studien im östlichen Teile der Nordalpen mitzuteilen, mit der Absicht, zu einem späteren Zeitpunkte eine eingehende Darstellung dieses Gegenstandes folgen zu lassen. Der knappe Raum gestattet nicht, an dieser Stelle alle die zahlreichen und verdienstvollen Arbeiten meiner Vorgänger, denen ich manche wertvolle Anregungen zu verdanken habe, anzuführen.

Der östliche Abschnitt der Nordalpen gliedert sich in das autochthone und das Deckengebirge. Ersteres besteht aus der böhmischen Masse, der Miocänzone und zum Teil vielleicht auch aus der Flyschzone und bildet das Vorland. Das Deckengebirge baut sich aus einer Reihe von Deckensystemen auf, die voneinander geologisch und tektonisch wohl geschieden sind und eine einheitliche, gegen das Vorland gerichtete Bewegung zeigen. Von den drei Deckenordnungen, der helvetischen, der lepontinischen und der ostalpinen, werden hier nur die beiden letzteren behandelt, denn diese bilden auch die Bausteine des von mir

[1] Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, Bd. 1909 und Bd. 1911; Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines an der Universität Wien, Jahrg. 1911, Nr. 5.

studierten Gebietes. Die ostalpine Deckenordnung wird hier geschieden in das obere und das untere ostalpine Deckensystem, die lepontinische in das Semmeringdeckensystem und die Klippenzone.

Das Semmeringdeckensystem (IV)

ist eine geologisch und tektonisch scharf abgegrenzte Einheit. Sie ist die Fortsetzung der karpathischen Kerngebirge gegen Westen, tief in die Ostalpen hinein, unter die sie allseits untertaucht. Ein krystallines Grundgebirge von karpathischem Charakter, ein recht spärlich entwickeltes Paläozoicum mit ostalpinen Anklängen und ein lückenhaft entwickeltes Mesozoicum mit hochtatrischen Zügen sind die hervorstechendsten stratigraphischen Merkmale. Dazu kommen tektonische. Unter der mächtigen Überlagerung der ostalpinen Decken entstehen lange, gegen Norden gerichtete Tauchdecken, in denen die Metamorphose recht beträchtlich ist. Bruchlose Faltung führt zur Bänderung der Gesteine in den tieferen Teildecken; in den höheren dagegen gewinnt die Mylonitbildung die Oberhand.

Wie ein mächtiger langgestreckter Keil schiebt sich das Semmeringdeckensystem bis in die Steiermark in die Ostalpen ein. Es bildet einen SW—NO verlaufenden antiklinalen Rücken, der im Wechselgebiet kulminiert und von hier im Norden, Westen und Süden unter die ostalpine Umrahmung eintaucht. Die Abgrenzung des Semmeringsystems gegen das (untere) ostalpine ist gegeben durch folgende Linie: Gloggnitz, Klamm, Tauermannskreuz, Kapellenkogl, Roßkogl, Lerchkogl, Holzerhöhe, Veitschtal (Mitte), Herzogberg, Parschlug, Einöd, Kapfenberg, Allerheiligen, Stanzental, Stanz, Fochnitzgraben und Birkfeld. Längs dieser Linie grenzen die mesozoischen Gesteine an ostalpine, und zwar auf der Strecke Gloggnitz—Roßkogl mit zum Teil mächtigen Myloniten an Carbon, im übrigen Verlaufe an krystalline Schiefer. Im Norden und Süden des Mürztales lassen sich die Teildecken deutlich unterscheiden. Der stratigraphische Aufbau des Semmeringdeckensystems ist in der Übersichtstabelle enthalten.

Die ostalpine Klippenzone (V)

ist die Fortsetzung der karpathischen Klippenzone und bildet in den östlichen Nordalpen eine geologisch und tektonisch selbständige, in ihrer Mächtigkeit recht variierende Zone, deren Schichtfolge mit der obersten Trias beginnt und bis in das Alttertiär reicht. Das Fehlen der tieferen Glieder ist vielleicht nur auf tektonische Ursachen zurückzuführen. Die Schichtfolge ist durch eine weitaus vollständigere Vertretung des höheren Mesozoicums gegenüber den Kalkalpen ausgezeichnet und trägt ein ganz spezifisches Gepräge. Doch lassen sich in den tektonisch zu oberst liegenden »Klippen« in der stratigraphischen Ausbildung gewisse Beziehungen zu den untersten Schuppen (Decken) der voralpinen Decke nachweisen, die zur Annahme drängen, in diesen »Klippen« die Aufbrandungszonen der tiefsten Kalkalpendecken zu sehen. Dagegen weisen zweifellos die tektonisch tieferen Abteilungen der Klippenzone auf Ablagerungsgebiete hin, die dem des ostalpinen Mesozoicums ferner gelegen sein mögen. Diese »Klippen« lassen auch Anklänge an die Klippen der Schweiz, besonders aber zu den Pieninen erkennen. Zu dem spezifischen stratigraphischen Charakter der Klippenzone gehören: das Fehlen der tieferen Trias, die Ausbildung des Rhät in der schwäbischen Facies, des Lias und des tieferen Jura und der Facies der Grestenerschichten, der Zoophicusdogger von St. Veit, der Gault, die Oberkreide und das Alttertiär in Flyschfacies mit Blöcken von krystallinen Gesteinen. Ferner gehören noch hierher: Serpentine und Minette. Durch die reiche Entwicklung des Jura und der Kreide, insbesondere aber durch die weitgehende Übereinstimmung im oberen Jura (Radiolarite) steht die Klippenzone dem voralpinen Mesozoicum doch viel näher als dem Semmeringmesozoicum.

Der tektonische Bau der Klippenzone ist ein recht eigenartiger. Die Klippenzone repräsentiert sich als ein System von Schichten, das offenbar unter hoher Belastung gegen Norden gewandert ist. Die Schichten stehen miteinander meist nicht mehr in primärem Verbande, lösen sich in eine ganze Reihe von isoklinal, meist gegen Süden einfallenden, stark gepreßten

und laminierten Schollen auf, deren Hauptbestandteil die jurassischen Glieder bilden. Komplizierte sekundäre Kleinfaltung gehört mit zu den charakteristischen Zügen der Klippentektonik. Manche Zonen sind klippenarm, an anderen Stellen stellt sich eine ganze Anzahl von solchen Klippenlagen ein. Oft ist die Grenze gegen die Kalkalpen recht schwierig zu ziehen. Stratigraphische und tektonische Gleichheiten stellen sich in beiden Zonen ein. Faßt man aber den geologischen Aufbau der Klippenzone in ihrer Gesamtheit gegenüber dem der Kalkzone ins Auge, so tritt die Selbständigkeit der ersteren uns klar entgegen.

Das ostalpine Deckensystem (VI, VII)

ist der eigentliche Baustein der östlichen Nordalpen, eine geologische Einheit, die allen anderen gegenüber durch das Überwiegen der rein marinen Sedimente, durch die reiche Entwicklung des Paläozoicums und des Mesozoicums ausgezeichnet ist. Silur, Devon, Carbon und Perm ist vorhanden. Das Mesozoicum beginnt mit dem Werfener Schiefer und reicht bis in die Oberkreide. Die Gosau liegt transgressiv. Die Tektonik dieser Gruppe ist durch die unbehinderte Entfaltung in dem freien Raume durch die Selbständigkeit der höheren Schichtglieder besonders ausgezeichnet. Die älteren Glieder bleiben zurück, die jüngeren aber, die mesozoischen Kalke, lösen sich zum Teil von ihrem Untergrunde ab und gehen auf »eigener Schubbahn« (Werfener Schiefer) gegen Norden, in Teildecken zerfallend. Das ostalpine Deckensystem zerfällt in die zwei Unterabteilungen des unteren und des oberen ostalpinen Deckensystems.

Das untere ostalpine Deckensystem (VI)

baut sich auf aus einem krystallinen Grundgebirge, Jungpaläozoicum (VI*a*) und Mesozoicum (VI*b*) und ist dem oberen ostalpinen System gegenüber durch ein mehr peripher gelegenes Ablagerungsgebiet in dem alpinen Meere gekennzeichnet, was dadurch zum Ausdrucke kommt, »daß die Schichtfolge weniger vollständig ist, Diskordanzen und der Wechsel von marinen und terrestren Schichten

häufiger sind«. Die Grenze gegen das Semmeringdeckensystem ist bereits bekannt, ebenso die gegen die Klippenzone, die im allgemeinen mit dem Kalkalpenrande zusammenfällt. Die Grenze gegen das oberostalpine Silur wird gebildet durch folgende Linie: Auf der Südseite gegen das Grazer Silur-Devon: Schiffall, Murtal, Mixnitz, Pernegg, St. Jacob, St. Erhardt, Serlkogl und Hochschlag; auf der Nordseite: Mautern, Kammern, St. Peter, Unterost, Hocheck, St. Ilgen, Aflenz, Rauschkogl, Eibenkogl, Neuberg, Altenbergertal, Siebenbrunnkessel (Rax), Hirschwang, Priglitz und Sieding. Die niederösterreichischen Kalkvoralpen, die ganz von dem voralpinen Mesozoicum der unterostalpinen Decke aufgebaut sind, scheiden sich wieder längs der Linie Hernstein – Puchberg – Schwarzau – Preintal Lahnsattel und Mariazell von den Kalkhochalpen, die aus den mesozoischen Teildecken des oberostalpinen Systems, der Hallstätter und der hochalpinen Decke aufgebaut werden. Das unterostalpine Grundgebirge samt seiner paläozoischen Auflagerung zeigt die generelle Streichrichtung SW—NO, fällt längs der Linie Mautern — Sieding Nord, längs der Linie Mixnitz – Serlkogl Süd, bildet also eine Antiklinale, der die sekundäre Carbonmulde Leoben - Bruck Graschnitzgraben eingefaltet ist. Das voralpine Mesozoicum dagegen zeigt generelles W—O Streichen und Fallen gegen Süden. Im paläozoischen und krystallinen Anteil, wie auch im kalkalpinen lassen sich kleinere Schuppen und größere Schubmassen unterscheiden. Die unterostalpine Decke kommt inmitten der oberen in einzelnen Fenstern, so im Hengst bei Puchberg, zutage. Der mesozoische Anteil zeichnet sich durch die Selbständigkeit der Bewegung aus, indem er von seinem Untergrunde losgelöst als Abscherungsdecke weiter gegen Norden verfrachtet worden ist. Darum finden wir auf den beiden südlichen Grenzlinien am Kontakt gegen die obere ostalpine nur mehr in einzelnen Spuren Werfener Schiefer und Trias, so am Reiting, an der Veitsch, bei Sieding in Niederösterreich. Die Kalkzone läßt drei größere Schubmassen erkennen. Die erste umfaßt den sogenannten Rabensteiner-Frankenfelser Zug und ist durch die Linie Kienberg — St. Anton — Frankenfels — Lilienfeld bis in die Gegend von

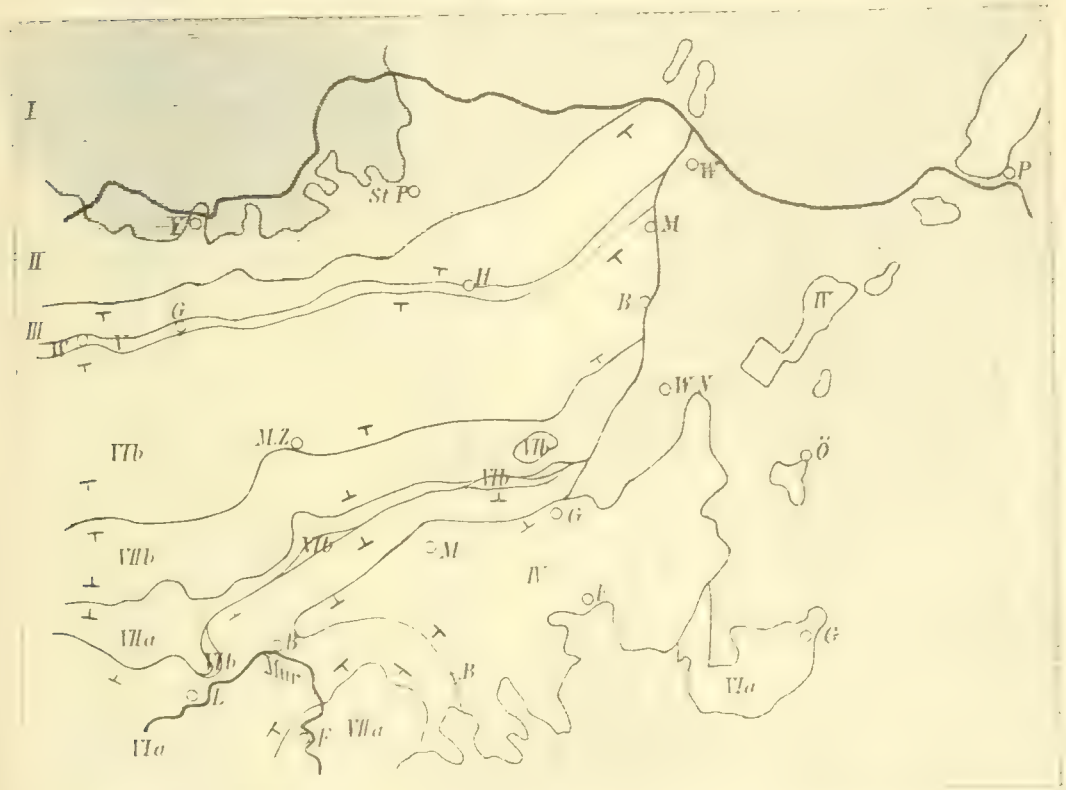
Hainfeld zu verfolgen. Der zweite folgt südlich davon und ist wieder durch die Linie Lunz—Türnitz—Kleinzell—Altenmarkt—Mödling von der dritten, der südlichsten Scholle getrennt, die mit Südfallen längs der Linie Hernstein—Puchberg—Mariazell unter das oberostalpine Mesozoicum untertaucht. Schuppenstruktur, Gipfelfaltungen und weithinziehende Deckfalten finden sich im voralpinen Mesozoikum, das infolge seiner geringen Mächtigkeit (Maximum 900 bis 1000 *m*) und seiner Schieferhorizonte im Schichtenkörper der Faltung leicht zugänglich ist. Ein hervorstechendes Merkmal der Tektonik der zwei äußeren Schubmassen, die faciell auch voneinander geschieden sind, ist das Ausspitzen derselben zu klippenartigen Zügen. Der stratigraphische Aufbau der unteren ostalpinen Decke ist aus der Tabelle ersichtlich.

Das obere ostalpine Deckensystem (VII).

Demselben gehören an das Grazer Silur-Devon, der nordsteirische Silur-Devon-Zug (VII*a*) und die über demselben sich aufbauenden Kalkhochalpen (VII*b*) bis an die Linie Hernstein—Puchberg—Mariazell. Diese tektonische Einheit ist gekennzeichnet durch das Fehlen eines krystallinen Grundgebirges, des Carbons, der unteren Kreide und des Cenomans. In seiner geologischen Geschichte schließt sich das oberostalpine Deckensystem unzweifelhaft der des dinarisch-karnischen Ablagerungsraumes weitaus näher an als das unterostalpine. Dinarische Züge sind unverkennbar. Der stratigraphische Aufbau ist aus der Tabelle ersichtlich. Das Fehlen des Cenomans, des Neokoms, der Radiolarite, das Auftreten der eigenartigen Hallstätter Entwicklung der Trias, die bis 1500 *m* Mächtigkeit anschwellende Kalk—Dolomitmasse der hochalpinen Teildecke, die Plassenkalkfacies im Jura sind recht bezeichnende Merkmale. Das gänzliche Fehlen der Radiolarite im Tithon und Neokom zeigt wohl an, daß das obere ostalpine Ablagerungsgebiet schon zu dieser Zeit in seichterer Lage gegenüber dem des unteren ostalpinen war. Das Mesozoicum zerfällt in zwei Teildecken: in die tiefere Hallstätter und die höhere hochalpine Decke. Letztere baut hauptsächlich die großen Kalkplateaus des

Schneeberges, der Rax, der Schneealpe, Veitsch und des Hochschwab auf. Die tiefere kommt in vielen Fenstern zutage, zerfällt im Gebiete der Schneealpe selbst wieder in zwei Schubmassen. Häufig ist die Hallstätter Decke unter der mächtigen Last der hochalpinen ungemein reduziert und tritt nun in einzelnen Schubsplittern klippenartig zwischen der voralpinen und der hochalpinen zutage.

Tektonische Skizze der östlichen Nordalpen.



Zeichenerklärung:

I. Böhmische Masse.
II. Miocänzone.
III. Flyschzone.
IV. Semmeringdeckensystem.
V. Klippenzone.
VI. Unteres ostalpines Deckensystem:
  a) Grundgebirge und Paläozoicum.
  b) Mesozoicum (voralpin).
VII. Oberes ostalpines Deckensystem:
  a) Paläozoicum.
  b) Mesozoicum (Hallstätter und Hochalpin).

Stratigraphische Übersicht der Deckensysteme der östlichen Nordalpen (ostalpin und lepontinisch).

			Oberostalpin		Unterostalpin		Klippenzone		Semmering-deckensystem
Mesozoicum	Tertiär		Hochalpin	Hallstätter	Voralpin: Südliche Zone	Voralpin: Nördliche Zone	Flysch		Obereocäne Nummulitenkalke?
	Kreide	Alttertiär							
		Obere	Gosau, flyschartige Gosau		Cenoman		Cenoman		
		Untere	Plassenkalk		Neokom, Fleckenmergel, Radiolarite, Aptychenkalke, *Acanthicus*-Schichten, Vilserschichten?		Serpentine und Minette	Gault Neokom, Fleckenmergel, Radiolarite, Aptychenkalke, *Acanthicus*-Schichten, Vilserschichten	(Hochtatrische) Neokom? Jurakalke
	Jura	Malm							
		Dogger	Klausschichten					Klausschichten, *Zoophicus*-Dogger, Grestener Schichten	
		Lias	Hierlatzkalke	Oberliaskalke, Fleckenmergel, Hierlatzkalke	Fleckenmergel	Adneterkalke, Fleckenmergel, Hierlatzkalke			Lias, Bändermarmore, Pentacrinitenkalkschiefer, Tonschiefer

Mesozoicum	Trias	Ober-	Dachsteinkalk	Zlambach-schichten, Starhemberger Schichten, Hallstätter Kalke	Rhät, Plattenkalk, Hauptdolomit, Opponitzer Kalk	Rhät, Hauptdolomit	Rhät in schwäbischer Facies, Rauchwacken	Pyritschiefer (?), Kalke des Rhät mit *Lithodendron* und Bivalven, karpathische Facies
		Mittel-	*Cardita*-Schichten, *Pietra verde*-Einschaltungen	Halobien-schichten	Lunzer Schichten			
		Unter-	Knollenkalke, Ramsaudolomit		Wettersteinkalk	Reiflinger Kalk, Guttensteiner Kalk		Diploporen-Dolomit, Quarzit, Gips
			Kalkschiefer, Werfener Schiefer, Quarzit					
	Perm		Verrucano, Porphyroide					Porphyroide
Paläozoicum	Carbon	Ober-			Grauwacken, Sandsteine, Konglomerate und pflanzenführender Schiefer von Klamm, Graphitschiefer, Grünschieferzüge, Serpentin, Kalke der Veitsch und des Triebenstein mit *Prod. giganteus*, Quarzit und Konglomerat			Grauwacken, Graphitschiefer, Grünschiefer und Pflanzencarbon von Mariensee?
		Unter-						

		Oberostalpin	Unterostalpin	Klippenzone	Semmering-deckensystem
Archaicum			Altkrystalline Schiefer, Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise, Amphibolite etc., Granitkerne selten (Bösenstein)		Altkrystalline Hüllschiefer, Glimmerschiefer, Gneise etc., Granitkerne häufiger und von tatrischem Charakter
Palaeozoicum	Camb.				
	Silur	Unter-	Grazer Entwicklung		
		Ober-	Nereitenschiefer und *Pentamerus*-Kalke		
	Devon	Unter-	*Barrandei*-Schichten, Quarzit-Dolomitstufe		
		Mittel-	Flaserkalk und Hochlantschkalk, *Calceola*-Schichten, *Cultrijugatus*-Schichten		
		Ober-	Clymenienkalke		
			Nordsteirisches Silur-Devon		

Über die Fruktifikation von Schuetzia anomala

von

Julius Schuster.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Dezember 1911.)

Mit Recht hebt Wettstein hervor, daß bei der Beantwortung der Frage, ob die Gymnospermen eine im allgemeinen einheitliche Gruppe darstellen, namentlich die Stellung der Coniferen in Betracht komme. Bei der Erörterung dieses Problems gelangt Wettstein zu dem Ergebnis, daß die Gesamtheit der Gymnospermen auf farnähnliche Vorfahren zurückzuführen sei, und zwar durch Vermittlung der Cycadofilicinen.

Gerade für die ausgestorbene Klasse der Cycadofilicinen hat ja die Forschung der letzten Jahre eine reiche Gliederung außer allen Zweifel gesetzt, ohne freilich bisher solcher Ableitung bezüglich der Coniferen materielles Substrat zu bieten. Allerdings konnte ich schon früher auf die Makrosporophylle rhätischer Podozamiten hinweisen, welche auf eine mit den Cycadinen gemeinschaftliche Urform schließen lassen; allein die ältesten Typen blieben immer Araucarieen wie *Walchia* oder *Ullmannia*. Indes ist hier, wegen der Seltenheit von fruchttragenden Zweigen, die Unsicherheit groß und um so sicherer nur die Anschauung, daß dabei der Satz des Euklid: die mit einem und demselben gleich sind, sind untereinander gleich«, rücksichtlich des ersten Teiles seines Inhalts nicht immer mit der nötigen Vorsicht angewandt wurde.

So erwähnt Goeppert in seiner Permflora einzelne Zweige von *Walchia piniformis* als stete Begleiter eines höchst merkwürdigen Blütenstandes, den Geinitz kurz vor Erscheinen jenes Werkes als *Schuetzia anomala* beschrieben hat. Auch

Geinitz, der seine Diagnose nach anderem, jedoch von dem gleichen Fundort stammendem Material entworfen hatte, waren die beblätterten Zweige aufgefallen. Er urteilt jedoch vorsichtiger und weist auf ihre Längsstreifung und Kielung hin, die er »mehr wie *Ullmannia*« findet.

Auf diese beblätterten Zweige lenkte sich mein Interesse in ganz anderem Zusammenhang bei einem kurzen Aufenhalt im Zwingermuseum zu Dresden.[1] Ich wollte Geinitzen's Originalexemplare untersuchen und lernte bei dieser Gelegenheit verschiedene Stücke der Art kennen, die noch die handschriftliche Bestimmung von Geinitz trugen, ihm aber offenbar erst später bekannt geworden sind, weil sie in jener Schrift und auch sonst von ihm nicht erwähnt werden. Sie stammen aus dem schwarzen Schieferton von Weißig bei Pillnitz in Sachsen, während das von Geinitz ursprünglich beschriebene Material ebenso wie dasjenige von Goeppert zu Ottendorf bei Braunau in Böhmen, gleichfalls im Brandschiefer des Unterrotliegenden,[2] gefunden und Geinitz von dem Bergmeister Schütz zugeschickt worden war; so kommt es, daß die gleiche Pflanze auf Goeppert's Tafeln den totgebornen Namen *Anthodiopsis Beinertiana* trägt.

An die Stücke beider Fundorte knüpft sich, wie im folgenden gezeigt werden soll, ein großes Interesse.

Das wichtigste Stück ist ohne Zweifel das auf Taf. II, Fig. 6 abgebildete. Dieses zeigt ovale, vorn allmählich zugespitzte, an ihrer Oberfläche von zahlreichen Längsstreifen durchzogene, an der Basis in einer Art cupula steckende Samen im Zusammenhang mit einem unzweifelhaften Coniferenzweig, etwa von der Beschaffenheit einer *Walchia*. Freilich sind die einzelnen Nadeln viel feiner und schmäler, als dies bei irgendeiner *Walchia* oder *Ullmannia* der Fall ist; allein, da man gewohnt ist, derartige Nadelholzreste des Rotliegenden unter den beiden genannten Gattungen zu subsumieren,

[1] Dem Direktor der mineralogisch-geologischen Sammlung, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Kalkowsky, erlaube ich mir auch an dieser Stelle den ergebensten Dank auszusprechen.

[2] Nicht Culm, wie Schenk (Die fossilen Pflanzenreste, Breslau 1888, p. 183) irrtümlich angibt.

wären diese Blattzweige wohl nicht weiter aufgefallen, wenn sie eben nicht im Zusammenhang mit den beschriebenen Samen erhalten geblieben wären.

Was nun die Deutung dieser Samen (Taf. II, Fig. 6 bis 11) betrifft, so findet sich weder unter den lebenden noch unter den ausgestorbenen Coniferen ein auch nur einigermaßen analoges Vergleichsobjekt, wohl aber sind Samen von gleicher Beschaffenheit bei den Cycadofilicinen, speziell bei *Neuropteris heterophylla*, mehrfach bekannt geworden. Die von Kidston beschriebenen Samen von *Neuropteris heterophylla* zeigen eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den hier im Zusammenhang mit einer Conifere gefundenen Fruktifikationen: Form, Beschaffenheit der Oberfläche, Basis mit cupulaartiger Beschaffenheit decken sich vollständig. In einem Falle (Taf. II, Fig. 8) läßt sich auch der Abdruck der Makrospore in dem Makrosporangium erkennen und aus der Größe desselben schließen, daß es sich um noch nicht reife Fruktifikationen handelt; auch bei *Neuropteris heterophylla* sind diese 2·35 *cm* lang.

Die cupulaartige Bildung an der Basis, von Kidston als semi-cupula charakterisiert und als umgewandeltes cyclopteroidisches Fiederchen gedeutet, ist hier viel deutlicher erhalten als bei *Neuropteris heterophylla*. Da natürlich an dem fossilen Material der morphologische Charakter dieser cupula nicht entschieden werden kann, ist es vielleicht am besten, von einer schuppenförmigen Hülle zu sprechen.

Mehr hat sich über die samenähnlichen Makrosporangien nicht ermitteln lassen. Das Wenige gewinnt aber an Interesse dadurch, daß die nämlichen nadeltragenden Zweige, welche im Zusammenhang mit den eben beschriebenen Makrosporophyllen gefunden wurden, auch auf die Mikrosporophylle einiges Licht werfen.

Schon Geinitz hat mit den im vorstehenden geschilderten Makrosporophyllen anscheinend traubige Blütenstände mit kugel-herzförmigen Knospen identifiziert, die in dem nämlichen Horizont in Ottendorf bei Braunau mehrfach angetroffen worden waren. Geinitz hatte sie unbedenklich zu den Coniferen, und zwar den Abietineen gestellt, eine Meinung, der sich indes

Goeppert in seiner Permflora nicht anschloß. Letzterer vermochte, da er unter den rezenten Formen nichts Analoges kannte, nicht einmal über die Hauptabteilung des Pflanzenreiches Aufschluß zu geben, in die Geinitzen's *Schuetzia anomala* zu stellen wäre. Sie erinnerte ihn geradezu an Kompositen wie *Cineraria*, was er auch durch den Gattungsnamen *Anthodiopsis* anzudeuten suchte. Daß sie Geinitz zu den Abietineen gestellt hatte, ist auf die irrtümliche Rekonstruktion zurückzuführen, die dieser Autor (Taf. VI, Fig. 2 A) von den Blüten gegeben hatte. Hier erscheinen nämlich spiralig gestellte Schuppen, während die diesen entsprechenden Gebilde in Wirklichkeit zyklisch angeordnet sind.

Auch späterhin blieben diese Reste unter denjenigen von unsicherer Stellung. Nur Nathorst brachte sie auf Grund habitueller Ähnlichkeit vorübergehend zu den Balanophoreen.

Was mir zuerst auffiel, als ich die Geinitz'schen Originalstücke durchmusterte, waren wieder die charakteristischen feinnadeligen Zweige, die den permischen Walchien und Ullmannien so ähnlich sind, ohne sich jedoch mit einer der beschriebenen »Arten« direkt identifizieren zu lassen. Diese beblätterten Zweige, deren Nadeln deutlich längsgestreift und gekielt erscheinen, sind nicht nur beinahe immer die Begleiter der Blütenstände, sondern auch mehrfach im Zusammenhang mit Zweigstücken und feingestreiften Rhachisresten. Diese letzteren sind nun stets durch eine sehr feine, charakteristische Streifung ausgezeichnet, die sich in genau entsprechender Ausbildung bei der Rhachis der Blütenstände so deutlich auf den gleichen Platten wiederfindet, daß an der Zusammengehörigkeit nicht gut gezweifelt werden kann; auch die Größenverhältnisse zeigen entsprechende Übereinstimmung. An diesen Spindeln sind nun die nämlichen *Walchia*-artigen Nadeln wahrzunehmen, wie sie im Zusammenhang mit den früher geschilderten Makrosporophyllen nachgewiesen wurden (Taf. I, Fig. 1). Es konnten also die zu den nämlichen Blättern gehörigen Blütenstände kaum etwas anderes als die Mikrosporophylle darstellen.

Um dies zu entscheiden, wurde die zum Teile noch vorhandene Kohlehaut der fraglichen Gebilde mikroskopisch

untersucht und in der Tat konnten mehrere Sporenhaufen nachgewiesen werden, so daß wenigstens außer allem Zweifel steht, daß hier männliche Blüten vorliegen. Sehr bemerkenswert sind die Sporen, die in ziemlicher Menge sichtbar wurden und auch isoliert werden konnten. Sie sind wie bei den Farnen mit drei radialen Linien versehen und haben den außerordentlich großen Durchmesser von 50 μ (Taf. II, Fig. 3 und 4).

Was nun den Bau der männlichen Blüten selbst betrifft, so ist dieser nach den zahlreichen Abdrücken nicht schwer zu rekonstruieren (Taf. II, Fig. 5). Sie bestehen nicht aus spiralig gestellten Schuppen, wie Geinitz angenommen hatte, sondern aus 12 bis 20 bis zu ihrem oberen Drittel verwachsenen zyklischen Sporophyllen, die an ihrer Innenseite offenbar die Mikrosporangien trugen; über die Beschaffenheit der letzteren konnte freilich nichts ermittelt werden, da die Sporophylle alle gequetscht und flachgedrückt sind. Im übrigen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die einzelnen Mikrosporophyllkreise zu Infloreszenzen vereinigt waren (Taf. I).

Die von mir als weibliche Blüten von *Schuetzia* aufgefaßten Makrosporophylle waren übrigens schon Goeppert bekannt. Er bildet in der Permflora (Taf. XXIII, Fig. 4 *a*) zerquetschte Schuppen mit sehr stark ausgesprochener Längsstreifung ab, er hält sie aber für die Samen von *Schuetzia* und vermutet, daß sie in den Achseln der als Fruchtschuppen gedeuteten Mikrosporophylle inseriert gewesen seien. Durch die vorliegenden Untersuchungen ist es aber so gut wie sicher, daß diese gestreiften Samen nichts anderes sind als die Makrosporophylle von *Schuetzia* und das ist ja ein Beweis mehr für die Artzusammengehörigkeit der Makro- und Mikrosporophylle, da es sich hier auch noch um den nämlichen Fundort (Ottendorf in Böhmen) handelt.

Für die hier postulierte Zusammengehörigkeit spricht übrigens noch das auf Taf. II, Fig. 13, dargestellte Gebilde von Weißig, das auf den ersten Blick einer Deutung etwas Schwierigkeiten zu bereiten scheint, jedoch schon von Geinitz zu *Schuetzia* gezogen wurde. Der Erhaltungszustand war zwar leider nicht derart, daß die mikroskopische Untersuchung Erfolg hatte, aber es ist kaum zu bezweifeln, daß hier ein

isoliertes Teilstück eines männlichen Sporophyllkreises von *Schuetzia* (von außen gesehen) vorliegt.

Damit ist der Kreis der Beobachtungen geschlossen. Als wichtigstes Ergebnis dieser Mitteilung erscheint die Tatsache, daß mit den Cycadofilicinen übereinstimmende Makrosporophylle in unzweifelhaftem Zusammenhang mit Coniferenblattzweigen nachgewiesen werden konnten, während die dazugehörigen männlichen Fruktifikationen in Infloreszenzen angeordnete zyklische Sporophyllkreise waren. Dadurch war es möglich, die bisher unter den Gattungen unsicherer Stellung gehende *Schuetzia anomala* als Typus einer neuen Gruppe der Cycadofilicinen zu definieren, die durch ausgesprochene Coniferenbeblätterung charakterisiert waren. Damit ist auch der Ableitung der Coniferen von cycadofilicinenähnlichen Vorfahren eine paläontologische Stütze gegeben. Die Kleinblättrigkeit der Coniferen im Gegensatz zu den farnartigen Spreiten der Cycadofilicinen wäre daher als eine ökologische Anpassung an eine schon in früher geologischer Vergangenheit wirkende physiologische Trockenheit des Standortes zu deuten.

Wahrscheinlich besaß auch diese Gruppe der Cycadofilicinen, die man vielleicht als die der Pteridoconiferen bezeichnen könnte, eine reiche Gliederung. Denn die Mikrosporophyllkreise von *Schuetzia* zeigen einerseits gewisse Beziehungen zu Sellard's *Codonotheca* aus dem Carbon von Illinois, andrerseits zu Stur's *Aphlebiocarpus Schuetzei* aus dem Culm von Altwasser; und noch mehr zu des gleichen Forschers *Calymnotheca Stangeri* aus dem Ostrauer Carbon. Die engsten Beziehungen verknüpfen ferner *Schuetzia* mit Goeppert's *Dicranophalamus*, ebenfalls aus dem Rotliegenden von Ottendorf, und dieser selbst scheint wieder am nächsten mit *Sorotheca Crepini* Stur aus dem belgischen Carbon verwandt zu sein. Endlich dürften manche permische *Rhabdocarpus* und andere »Samen« zu solchen Typen gehören.

Der Beziehungen zu *Neuropteris heterophylla* wurde schon bei der Besprechung der Makrosporophylle gedacht; hier sei nur noch darauf hingewiesen, daß auch die männliche

Fruktifikation von *Sphenopteris Hoenninghausi*[1] Mikrosporen von 50 μ Durchmesser besitzt. Aber auch die Beziehungen zu den Bennettitinen können nicht übersehen werden. Die Ähnlichkeit der Sporen von Nathorst's *Cycadocephalus* und der übereinstimmende Bau der hier in Einzelblüten auftretenden Mikrosporophyllkreise ist sicher bemerkenswert, um so mehr, als bei den Bennettitinen zum erstenmal Zwitterblüten als Typus der Familie auftreten.

Indes, zu so ausschweifenden Schlüssen reicht das Material nicht aus und ich muß ohnehin den Vorwurf gewärtigen, bloß auf Grund von »casts« eine Meinung geäußert zu haben. Wie immer, so bleiben auch hier noch viele Rätsel übrig und ihre Lösung der Untersuchung von verkieseltem Material vorbehalten. Vergessen wir indes nicht, daß die so fruchtbare Entdeckung der Cycadofilicinen ursprünglich auch von dem Abdruck jenes samentragenden Farnfragmentes von *Neuropteris heterophylla* ausgegangen ist, das Kidston Ende 1903 entdeckte, während heute solche Reste aus fast allen Ländern beschrieben werden.

Literatur.

Geinitz H. B., Über zwei neue dyadische Pflanzen. N. Jahrb. f. Min., 1863, p. 525 bis 530.

Goeppert, Die fossile Flora der permischen Formation. Paläontogr., 12, 1864 bis 1865, p. 161 bis 164.

Kidston, On the fructification of Neuropteris heterophylla Brongn., Phil. Trans., Ser. B, Vol. 197, 1904, p. 1—5. Vgl. auch Les végétaux houillers dans le Hainaut Belge. Bruxelles, 1911, p. 71—75.

Nathorst, Några anmärkningar om Williamsonia Carruthers. Vet.-Akad. Öfvers. Stockholm, 1880, Årg. 37.

— Paläobotanische Mitteilungen. Über *Williamsonia*, *Wielandiella*, *Cycadocephalus* und *Weltrichia*. Vet.-Akad. Handl. 45, 4, Stockholm, 1909, p. 27.

[1] Die richtige Schreibweise ist mit nn. Vgl. Eckermann's Gespräche mit Goethe (1. Oktober 1828).

Schuster J., Bemerkungen über *Podozamites*. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 29, 1911, p. 450 bis 456.

Sellards, Codonotheca, a new type of spore-bearing organ from the Coal-measures, Am. Jour. Sci., 16, 1903, p. 87—95.

Stur, Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne. Diese Sitzungsber., Bd. LXXXVIII, Abt. I, 1883, p. 652, 801 und 807.

Wettstein, v., Handbuch der systematischen Botanik (2. Aufl.) I, 1910, p. 374 bis 375.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Männlicher Blütenstand mit den Mikrosporophyllkreisen, über diesem eine dazugehörige dichotome Rhachis, links davon oben gleichfalls ein Stengelrest mit einem nadelblättrigen Zweiglein, wie sie mehrfach auf der Platte zerstreut liegen. $^2/_3$ verkl.

Fig. 2. Ein männlicher Blütenstand in natürlicher Größe.

Fig. 3. Desgleichen; man beachte die terminale Blüte, sowie die dritte von unten links, welche besonders gut erhalten sind. Nat. Gr.

Fig. 4. Die obersten vier Blüten rechts von Fig. 1 in nahezu doppelter Vergrößerung; vgl. namentlich die oberste Blüte.

Tafel II.

Fig. 1. Das nämliche Exemplar wie Taf. I, Fig. 3, aber nicht so hell und kontrastreich photographiert und wenig vergr.

Fig. 2. Zwei männliche Blüten und ein beblätterter Zweig, beinahe doppelt vergr.

Fig. 3. Sporenhaufen (von Taf. I, Fig. 3, links unten), Vergr. zirka 150.

Fig. 4. Isolierte Spore, Vergr. zirka 150.

Fig. 5. Rekonstruktion einer männlichen Blüte.

Fig. 6. Beblätterter Zweig mit weiblichen Blüten, fast doppelt vergr.

Fig. 7. Eine weibliche Blüte.

Fig. 8. Desgleichen mit dem Abdruck der eingeschlossenen Makrospore.

Fig. 9. Desgleichen mit der schuppenförmigen Hülle (semi-cupulae) an der Basis.

Fig. 10. Ebenso.

Fig. 11. Ebenso, vergr.

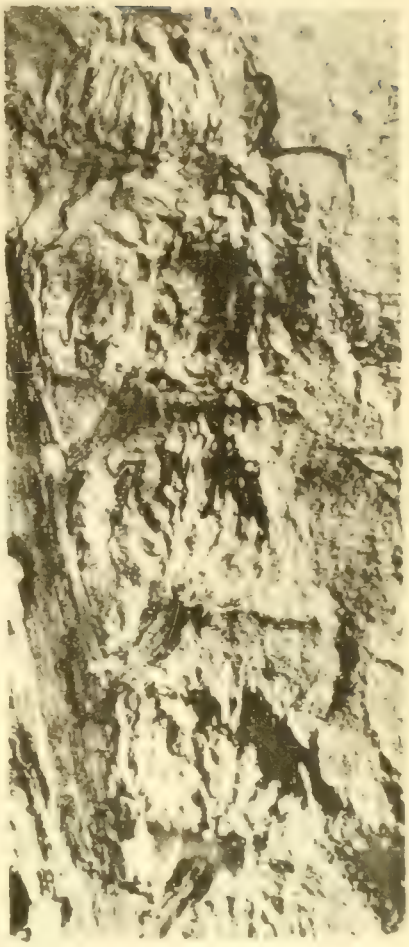
Fig. 12. Etwas dickeres Zweigstück, zusammen mit Fig. 2 dieser Tafel auf einer Platte, kaum vergr.

Fig. 13. Teilstück eines männlichen Sporophyllkreises, etwas vergr.

Taf. II, Fig. 6, 12 sowie 13 aus dem schwarzen Schieferton von Weißig bei Pillnitz in Sachsen, alles übrige aus dem Tonschiefer von Ottendorf bei Braunau in Böhmen.

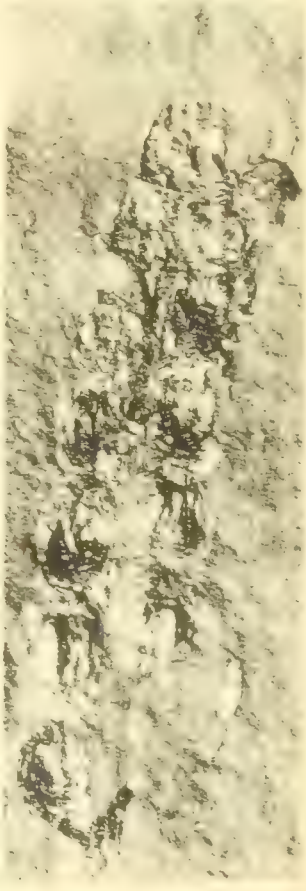
Original zu Taf. I, Fig. 2 zu München, die übrigen im mineralogisch-geologischen Museum (Zwinger) zu Dresden.

1



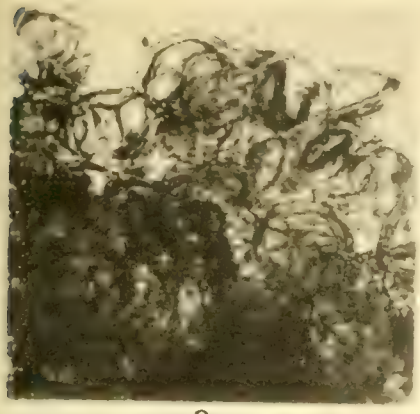
4

2

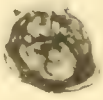


3

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

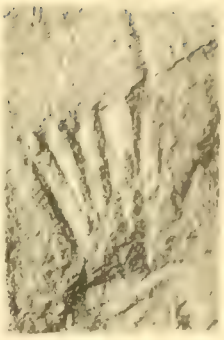


3



4

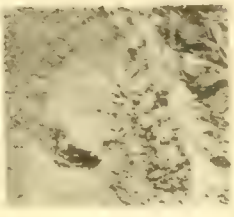
7



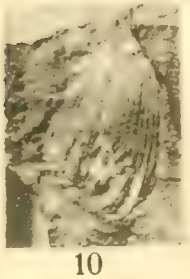
13

2

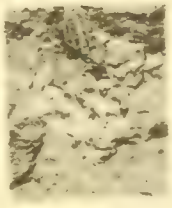
5



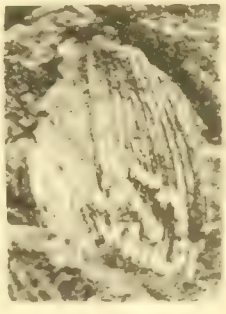
8



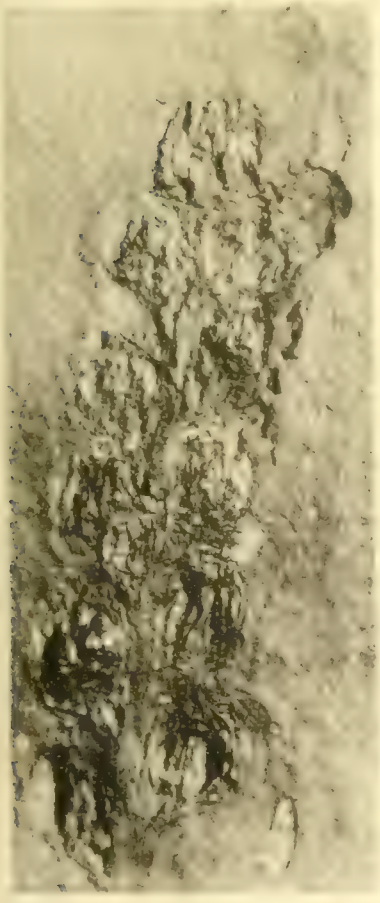
10



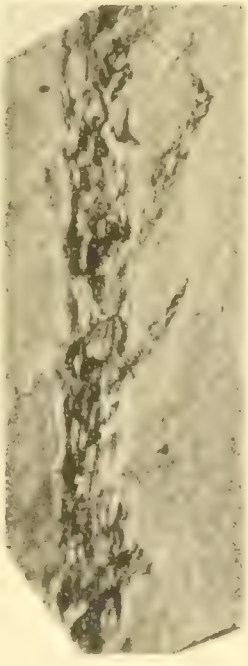
9



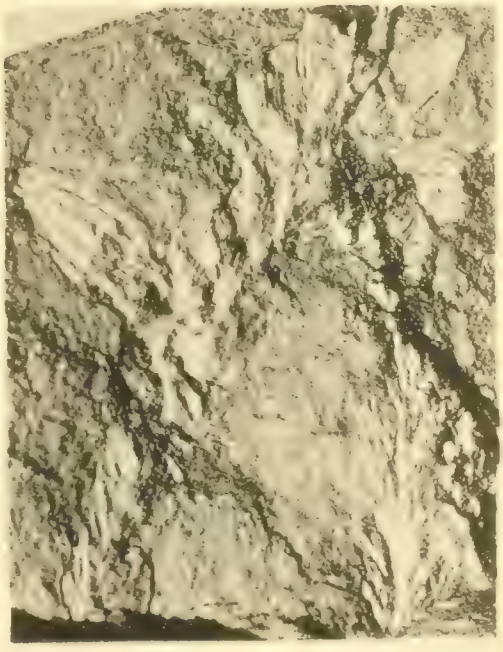
11



1



12



6

Lichtdruck v. Max Jaffe, Wien

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

CXX. BAND. X. HEFT.

ABTEILUNG I.

ENTHÄLT DIE ABHANDLUNGEN AUS DEM GEBIETE DER MINERALOGIE, KRYSTALLOGRAPHIE, BOTANIK, PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN, ZOOLOGIE, PALÄONTOLOGIE, GEOLOGIE, PHYSISCHEN GEOGRAPHIE UND REISEN.

Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen

von

A. J. Kluyver.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität Nr. 24 der zweiten Folge.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 30. November 1911.)

I. Historisches.

Über die vernichtende Wirkung, die die ultravioletten Strahlen auf Bakterien und andere niedere Organismen ausüben, ist in den letzten Jahren schon eine große Menge von Arbeiten erschienen.

Während die älteren Forscher sich nur mit der Einwirkung des Lichtes überhaupt beschäftigten, gelang es Strebel[1] zuerst zu zeigen, daß speziell auch der ultraviolette Teil des Spektrums eine derartige bakterizide Wirkung in hohem Grade besitzt. Nachher haben die glänzenden Untersuchungen Finsen's[2] hier viele neue Ergebnisse gebracht. Er war der erste, der bei seinen Versuchen zur Konzentrierung des Lichtes einen Apparat mit Bergkrystallinsen verwendete, da letztere Substanz im Gegensatze zu dem Glase speziell für die ganz kurzwelligen Strahlen sehr viel durchlässiger ist. Als Lichtquelle benützte er das elektrische Bogenlicht, das verhältnismäßig reich an ultravioletten Strahlen ist und es gelang Finsen auf diese Weise, einen erheblichen Unterschied in der bakteriziden Wirkung zu konstatieren, je nachdem er sich der Quarzlinsen oder der Glaslinsen bediente; einen Unterschied, den man also auf Rechnung der ultravioletten Strahlen stellen muß.

Auch später haben sehr viele Forscher, so verschiedene Schüler Finsen's, sich weiter mit der tötenden Wirkung des ultravioletten Teiles des Spektrums beschäftigt; aus der Fülle dieser Arbeiten möchte ich nur diejenigen von

[1] Deutsch. Med. Wochenschr. Nr. 47 (1901).

[2] Zitiert nach Jesionek, Lichtbiologie; Braunschweig (1910).

Hertel[1] hervorheben, weil er sich nicht nur auf die Bakterien beschränkte, und von Thiele und Wolf,[2] weil sie die ersten waren, die ein sogenanntes »Ultraviolettfilter« benützten und so imstande waren, in einem für das Auge ganz dunklen Raume, Bakterien mit »Lichtstrahlen« abzutöten.

In den letzten Jahren sind es mehrere französische Forscher, die sich mit dieser Frage beschäftigten und sich hierzu der kräftigsten bis jetzt bekannten Quelle von ultravioletten Strahlen, nämlich der Quecksilberdampfquarzlampe, bedienten. Es sind besonders Courmont und Nogier,[3] die auf diesem Gebiete äußerst bemerkenswerte Resultate bekommen haben. So zeigte sich bei ihren Experimenten, daß eine Wasserschicht von 30 *cm* Tiefe nach einigen Momenten der Bestrahlung ganz sterilisiert war. Miquel fand sogar später, daß Wasser, das pro Liter 128,000.000 Bacillus mesentericus enthielt, ungeachtet seiner so resistenten Sporen in weniger als einer Minute sterilisiert werden konnte.

Dies sind nur einige Beispiele für die biologische Wirkung der ultravioletten Strahlen; bedenkt man ferner, wie Finsen auf die kräftige Einwirkung dieser Strahlen auf höhere tierische Organismen seine jetzt so verbreitete Lichttherapie begründete, dann darf es wohl als berechtigt erscheinen, auch nach der Einwirkung dieser Strahlen auf höhere Pflanzen zu fragen.

Allerdings sind verschiedene von den hier zu behandelnden Fragen schon in anderen Untersuchungen gestreift worden, aber eine spezielle Behandlung haben diese Fragen nur gefunden in der später zu erwähnenden Arbeit von Maquenne und Demoussy. Auch mit Rücksicht auf die zahlreichen bekannt gewordenen chemischen Prozesse, die durch ultraviolettes Licht eingeleitet werden, erschien es eine lohnende Aufgabe, einmal zu untersuchen, inwieweit möglicherweise die einzelnen Zellbestandteile höherer Pflanzen durch ultraviolette Strahlen beeinflußt werden.

Bezüglich der jetzt schon so ausgedehnten Literatur über die chemischen Wirkungen des ultravioletten Lichtes verweise ich auf die schöne Zusammenfassung, die A. Kailan[4] hierüber in seinem Vortrage »Über Reaktionen im ultravioletten Lichte« gibt und ferner auf die Übersicht von Daniel Berthelot,[5] der selber mit Gaudechon auf diesem Gebiete sehr schöpferisch tätig war.

Was endlich die Literatur über die Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf höhere Pflanzen anlangt, muß als die älteste Angabe ein Vortrag von Siemens

---

[1] Zeitschr. f. allgem. Physiologie (1904 bis 1906); man vergl. auch R. F. Fuchs: »Hertel's Untersuchungen über die Wirkung von Lichtstrahlen auf lebende Zellen.« Biolog. Zentralbl. XXVII, 510 (1907).

[2] Archiv f. Hygiene, LVII, 29 (1906).

[3] Man vergl. hierzu z. B. die Zusammenfassung von Courmont: »La stérilisation de l'eau par les rayons ultraviolets«. Revue générale des Sciences 30 Avril 1911.

[4] Vierteljahresber. d. Wiener Vereines z. Förd. d. physik. und chem. Unterrichtes. XVI, 5 (1911).

[5] Revue générale des Sciences. 30 Avril 1911.

in »The British Association for the advancement of Science« im Jahre 1881[1] bezeichnet werden.

Dieser berichtet darin über seine Versuche, die er angestellt hat, um zu entscheiden, inwieweit man günstige Resultate bekommt, wenn man über Nacht das Treibhaus mit Hilfe einer künstlichen Lichtquelle, einer elektrischen Lampe, beleuchtet. Seine Versuche sind überaus günstig ausgefallen, nur hebt er ausdrücklich hervor, daß die Lampe in eine Laterne von farblosem Glase gestellt werden mußte, denn wenn »die Pflanzen dem bloßen elektrischen Lichte exponiert waren, zeigten sie bald ein verwelktes Aussehen«. Bedeckte er jedoch die Pflanzen teilweise mit einer Glasplatte, dann konnte man am folgenden Tage scharf die Grenze zwischen der geschrumpften und ungeschrumpften Stelle beobachten. Obgleich der Verfasser von der Wirkung der »elektrischen Strahlen« spricht, ist man zweifellos berechtigt, diese Wirkung auf Rechnung der ultravioletten Strahlen zu stellen.

Bonnier und Mangin[2] zeigten im Jahre 1886, daß die ultravioletten Strahlen noch eine allerdings geringe assimilatorische Wirkung ausüben. Inwiefern aber die Durchlässigkeit des bei diesen Versuchen verwendeten dunklen violetten Glases sich tatsächlich auf die unsichtbaren Strahlen beschränkt, erscheint mir im Lichte unserer heutigen Kenntnisse sehr fraglich.

Aus dem Jahre 1898 liegt eine Mitteilung vor von Maquenne und Demoussy,[3] nach welcher Chlorophyll im Ultraviolett geschwärzt wird. Auf dieses Ergebnis komme ich bei der Besprechung der neueren Arbeiten dieser Verfasser unten zurück.

In neuerer Zeit sind es besonders die Versuche von E. Hertel,[4] die berechtigtes Interesse erregt haben.

Hertel arbeitete außer mit Bakterien und anderen Mikroorganismen auch mit *Elodea canadensis*. Seine Experimente waren so eingerichtet, daß er die Bestrahlung mit Licht von 280 μμ Wellenlänge (Magnesiumlinie) direkt unter dem Mikroskop vornahm, so daß er die Wirkung der Strahlen jeden Moment kontrollieren konnte. Er konstatierte bei *Elodea canadensis* eine Verzögerung der Protoplasmaströmung, bei längerer Bestrahlung eine Abtötung. Er arbeitete aber auch mit Strahlen von anderer Wellenlänge und vor allem ist als wichtigstes Resultat seiner Untersuchungen hervorzuheben, daß die vernichtende Wirkung nicht eine spezielle primäre Funktion der kurzwelligen Teile des Spektrums ist, sondern daß man in der Absorption dieser Strahlen durch die Zellen den wirksamen Faktor zu sehen hat.

Indem er mit Hilfe der sogenannten Sensibilisatoren (z. B. Eosinlösung) die Bedingungen auch für die Absorption der gelben Strahlen schuf, konnte er die schädliche Wirkung der letzteren auch überzeugend nachweisen. Aus diesen Versuchen schließt Hertel, daß zwei weit auseinanderliegende Spektralbezirke

---

[1] Vergl. Bot. Zentralbl. VIII, 189 (1881).

[2] Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, *102*, 123 (1886).

[3] Annales agronomiques, VII, 551 (1898).

[4] L. c.

von gleicher Gesamtintensität, deren physiologische Wirkung große Differenzen aufweist, bei gleicher Absorption, sowohl in bezug auf die Stärke als auch auf die Art der Wirkung, auch annähernd gleiche physiologische Effekte zeigen.

Die im Jahre 1904 von A. Köhler[1] veröffentlichten »Mikrophotographischen Untersuchungen mit ultraviolettem Lichte« enthalten keine direkt physiologischen Beobachtungen, sind aber durch die vielen Angaben bezüglich der Durchlässigkeit für ultraviolettes Licht der verschiedenen Pflanzenmaterialien äußerst wertvoll.

So fand Köhler z. B. bei seinen Aufnahmen (er benützte die Cadmiumlinie von 275 μμ Wellenlänge), daß verholzte Zellwände sehr undurchlässig sind, ebenso Kork, während die Cuticula sogar in den allerdünnsten Stellen fast vollkommen undurchlässig ist.

Aus dem Jahre 1907 sei dann noch erwähnt eine Arbeit von W. Figdor,[2] der bei seinen Untersuchungen über die heliotropische Empfindlichkeit der Pflanzen sich einer Quecksilberdampfquarzlampe bediente und bei den verschiedensten Keimlingen eine durchaus schädliche Wirkung der ultravioletten Strahlen konstatierte, jedoch ohne sich eingehender mit dieser Schädigung zu beschäftigen.

Maquenne und Demoussy, die schon früher über die Schwärzung der Blätter im Lichte der elektrischen Bogenlampe berichteten und die diese damals einer Schwärzung des Chlorophylls zuschrieben, kommen in einer neuen Abhandlung[3] auf dieses Resultat zurück. Sie benützten bei ihren neuen Experimenten eine Quecksilberdampflampe von der Firma Heraeus und überzeugten sich von der tötenden Wirkung der ausgesandten Strahlen für die Epidermis der Pflanzen. Die Strahlen rufen den Tod des Protoplasmas hervor und hieraus ergeben sich weitere Wirkungen, z. B. eine Schwärzung, die sich in mehreren Fällen beobachten ließ.

Ausdrücklich heben die Verfasser hervor, daß eine direkte schädigende Wirkung auf das Chlorophyll niemals konstatiert wurde. In einer zweiten Abhandlung[4] kommen sie ausführlich auf die beobachtete Schwärzung zurück und zeigen, daß sie keine spezifische Wirkung der ultravioletten Strahlen ist, sondern daß dieselbe von jeder Tötung (z. B. durch Chloroformierung) bewirkt wird.[5]

[1] Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, XXI, 129 und 273 (1904).

[2] Wiesner-Festschrift, 287 (1907).

[3] Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, *149*, 756 (1909).

[4] Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, *149*, 957 (1909).

[5] In einer dritten Abhandlung (Comptes rendus de l'Acad. des Sc., *151*, 178 [1910]) haben Maquenne und Demoussy diese Tatsache benützt, um die ungemeine Giftigkeit sehr verdünnter Schwermetallösungen den grünen Blättern gegenüber nachzuweisen.

Erwähnt seien noch zwei Arbeiten von Pougnet,[1] worin dieser nachweist, daß bei Cumarinpflanzen, bei denen Cumarin bekanntlich erst nach dem Tode durch Fermente gebildet wird,[2] die Bestrahlung mit der Heraeuslampe genügt, um den Geruch hervorzurufen. Dasselbe gilt für den Vanillingeruch der grünen Vanillefrüchte. Hier hat man also Beispiele, daß die Zellen getötet werden, ohne daß die Fermente noch merkbar beeinflußt erscheinen, obschon die Arbeiten von Green, Schmidt-Nielsen u. a.[3] nachgewiesen haben, daß die ultravioletten Strahlen auch die verschiedensten Fermente in ihrer Wirkung sehr beeinträchtigen.

Schließlich hat Joh. Schulze[4] sehr interessante physiologische Beobachtungen gemacht, indem er die Einwirkung von Lichtstrahlen der Magnesiumlinie (280 μμ Wellenlänge) auf mikroskopische Objekte direkt unter dem Mikroskop studierte. Er benützte denselben Apparat, der von Köhler bei seinen mikrophotographischen Studien verwendet wurde und machte ebenfalls wertvolle Beobachtungen über die Durchlässigkeit der verschiedenen Pflanzenteile dem Lichte von 280 μμ gegenüber. So konstatierte er, daß die von einem Ficusblatte abgezogene Epidermis und ebenso die Cuticula an dünnen Querschnitten dieses Blattes sich fast ganz undurchlässig zeigten. Er glaubt demnach sagen zu können: »wir haben in diesen Hautschichten ein wirksames Schutzmittel gegen die schädigenden ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes zu sehen«.

Ich möchte sofort in diesem Zusammenhange bemerken, daß man mit dem Begriffe »ultraviolette Strahlen« in der neueren Literatur sehr verwirrend umgeht, und daß man viele Undeutlichkeiten und Differenzen hierauf zurückführen muß; denn dieser Begriff umfaßt ein sehr weites Spektralgebiet und man ist nicht berechtigt, Teilgebiete mit dem ganzen zu verwechseln. Dazu kommt dann noch, daß man in Absorptionsfragen auch bei den einzelnen Strahlengattungen niemals vergessen darf, daß die Dicke der absorbierenden Schicht eine große Rolle spielt.

Wenn also Schulze sagt, daß die Epidermis eines Ficusblattes undurchlässig ist für Strahlen von 280 μμ (eine Angabe, die meine Versuche durchaus bestätigen konnten) und man gleichzeitig in Betracht zieht, daß das Sonnenspektrum sich in den extremsten bis jetzt beobachteten Fällen, also bei hohem Sonnenstand und auf beträchtlicher Höhe nur sehr wenig bis unter 300 μμ erweitert,[5] so mahnt dies schon zur großen Vorsicht. Das Folgende möge dies noch etwas erläutern:

---

[1] Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris. *151*, 566 (1910); id. *152*, 1184 (1911).

[2] Vergl. H. Molisch und S. Zeisel, Ber. Deutsch. bot. Ges., VI, 383 (1888).

[3] Man vergleiche z. B. H. Euler, Allgemeine Chemie der Enzyme. Wiesbaden (1910).

[4] Beihefte Bot. Zentralbl. XXV, 30 (1909).

[5] Man vergleiche z. B. Chwolson, Lehrbuch der Physik, Bd. II, 506 (1904) und weiter auch das neulich erschienene Buch von C. Dorno »Studie über Licht und Luft im Hochgebirge«, Braunschweig (1911).

Schanz und Stockhausen[1] haben bei ihren spektroskopischen Untersuchungen mit künstlichen Lichtquellen gezeigt, daß die gewöhnliche Glashülle der verschiedenen Lampen nur die Strahlen mit einer Wellenlänge von weniger als 300 μμ absorbiert.[2] Dem Lichte von 280 μμ gegenüber erscheint also das Glas ebenso undurchlässig wie die Ficusepidermis, während doch die ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes ungehindert durchdringen können. Ich glaube, daß man a priori nicht berechtigt ist, für die Epidermis ein anderes Verhalten wie beim Glase anzunehmen, und daß man überdies Angaben über Durchlässigkeit der verschiedenen Pflanzenteile im Lichte von 280 μμ niemals eine biologische Bedeutung zuerkennen darf.

Ein zweites Beispiel einer solchen Verallgemeinerung der Eigenschaften der ultravioletten Strahlen findet man in der Abhandlung von J. Stoklasa und W. Zdobnicky »Photochemische Synthese der Kohlenhydrate usw.«[3] Die zweifellos sehr interessanten Resultate dieser beiden Chemiker bekommen aber darin eine physiologische Erweiterung, die mir weniger berechtigt erscheint. So sagen sie: »die Aufgabe des Chlorophylls bei dem Assimilationsprozesse besteht in der Absorption der ultravioletten Strahlen«. Diese Hypothese wäre gewissermaßen begründet, wenn die in ihren Versuchen verwirklichte Photosynthese von dem Teile des ultravioletten Spektrums, der noch in dem von der Atmosphäre geänderten Sonnenlichte vorkommt, bewirkt wäre. Aber die Autoren heben ausdrücklich hervor, daß ihr Reaktionsgefäß nur von einer das Licht durchlassenden Quarzplatte abgesperrt wurde. Wenn die Wirkung auch den Sonnenstrahlen zukommt, so müßte man anstatt der Quarzplatte auch eine Glasplatte verwenden können oder wenigstens die Quarzplatte mit einer dünnen Glasschicht bedecken können, ohne die Synthese zu hindern. Allerdings steht ein solcher Versuch noch aus, doch wird dieser sehr wahrscheinlich kein positives Resultat geben.[4]

[1] Elektrotechnische Zeitschrift, XXIX, 777 (1908).

[2] Ich glaube, diesen Beobachtungen große Bedeutung beilegen zu können, weil in einer Debatte über die schädigenden Wirkungen der künstlichen Lichtquellen, an der sich viele Autoritäten auf diesem Gebiete (z. B. die wissenschaftlichen Arbeiter der Firma Heraeus, Schott usw.) beteiligten, die für die Beleuchtungstechniker so unangenehme Tatsache der schädigenden Wirkung der Strahlen von 300 bis 400 μμ heftig bestritten wurde, jedoch keiner den Einwand erhob, daß das gewöhnliche Glas diese Strahlen schon ausreichend absorbiert. Man vergl. Elektrot. Zeitschr., XXIX, 846 (1908).

[3] Biochem. Zeitschr., XXX, 433 (1911).

[4] Aus der erwähnten Zusammenfassung von Daniel Berthelot über die chemische Wirkung der ultravioletten Strahlen zitiere ich z. B. p. 324: »Parmi les radiations ultraviolettes, celles comprises entre 0·40 — 0·30 μ n'ont d'activité chimique que dans un petit nombre de cas.«

Hierzu ist zu bemerken, daß man doch im Assimilationsprozesse ein Beispiel hat für eine photochemische Reaktion, bewirkt durch Strahlen von einer Wellenlänge > 300 μμ. Ich möchte aber nur hervorheben, daß eine

Nach dieser Übersicht über die wichtigste bis jetzt mir bekannte Literatur möge die Beschreibung der eigenen Versuche folgen.

II. Eigene Versuche.

Allgemeines über die Versuche.

Benützt wurde eine Quecksilberdampfquarzlampe der Firma Heraeus, die für 220 Volt Netzspannung eingerichtet war und mittels eines regulierbaren Vorschaltwiderstandes beliebig auf Spannungen von 90 bis 220 Volt eingestellt werden konnte. Bei den meisten Versuchen wurde eine Spannung von 100 Volt eingehalten, die sehr bald nach dem Anzünden erreicht wurde und dann weiter konstant blieb. Die Stromstärke belief sich dann auf $3^1/_2$ Ampère.

Die Lampe war in der Dunkelkammer aufgestellt und war von einem geschwärzten Holzkasten umgeben. Die Versuchspflanzen wurden immer draußen vor die Öffnung des Holzkastens in verschiedenen, noch zu erwähnenden Distanzen aufgestellt. Die Zahlen geben immer die Distanz bis zum Quarzrohre an.

Die Temperatur schwankte zwischen 20 bis 25° C. Ein nächst den Versuchspflanzen angebrachtes Thermometer zeigte höchstens eine Temperaturerhöhung von etwa 4° C. an, während Berußung dieses Thermometers keine beträchtliche Temperaturerhöhung konstatieren ließ.

Das Spektrum der Lampe weist noch bei 230 $\mu\mu$ eine deutliche Linie auf, sendet aber unter spezielien Bedingungen noch Strahlen kürzerer Wellenlänge aus, während der sichtbare Teil sich ins Gelbe ausdehnt.[1]

Die Versuchspflanzen wurden vor der Bestrahlung immer frisch begossen und nach Beendigung sofort in das Glashaus gebracht.

A. Versuche mit Blättern.

Aucuba japonica.

Als erste Versuchspflanze diente *Aucuba japonica*, und zwar ein junges, etwa 20 *cm* hohes Exemplar. Dieses wurde in horizontaler Lage auf eine Distanz von 35 *cm* aufgestellt (die Entfernung der Blattkrone von der Lampe gerechnet).

Nach $2^1/_2$stündiger Bestrahlung wurde sie in das Glashaus gebracht und als sich nach einigen Stunden noch nichts Auffallendes zeigte, wurde sie aufs neue durch drei Stunden bestrahlt.

photochemische Zerlegung der Kohlensäure außerhalb der Pflanze, mit Hilfe von Lichtstrahlen, die auch im natürlichen Sonnenlichte vorhanden sind, jedenfalls noch nachgewiesen werden muß.

[1] Näheres über die Lampe in den Arbeiten von Kuch und Retschinsky, Ann. d. Physik., *20*, 176 (1906); *20*, 563 (1906); *22*, 595 (1907); *22*, 852 (1907).

Den nächsten Tag zeigten die ganz jungen Blätter eine merkbare Krümmung und Schwarzfärbung. Die älteren Blätter, die aber meistens von den jüngeren geschützt waren, hatten ein normales Aussehen. Die jungen Blätter (speziell die schwarzen Stellen) wurden jetzt anatomisch untersucht, die Querschnitte zeigten ganz das normale Bild, nur waren die Epidermiszellen der Oberseite abgestorben und mit einer schwarzbraunen Masse ganz ausgefüllt. Vergl. Fig. 1.

Ein Flächenschnitt gab in zehnprozentiger KNO_3-Lösung keine Plasmolyse, wohl aber in den bei dicken Schnitten darunterliegenden Parenchymzellen, die, wie ausdrücklich hervorgehoben sei, auch im Querschnitte nichts Abnormales zeigten. Die Bestrahlung hatte also nur eine Tötung der Epidermis bewirkt.

Diese Pflanze wuchs später noch sehr gut weiter, aber die geschädigten Blätter fingen an, sich sehr stark zu krümmen, weil die gesunden Teile des Blattes weiterwuchsen, die geschädigten sich aber an diesem Wachstum nicht beteiligen konnten.

Man könnte die alleinige Abtötung der Epidermis darauf zurückführen, daß die ultravioletten Strahlen auf die anderen Gewebeteile keine Wirkung ausüben[1] oder, was von vornherein auch wahrscheinlicher ist, daß die Epidermis die tötenden Strahlen ganz absorbiert, so daß die Parenchymzellen keinem schädigenden Einfluß ausgesetzt sind. Der direkte Versuch, um nach der vorsichtigen Entfernung der Epidermis eine unmittelbare Bestrahlung der Parenchymzellen vorzunehmen, ließ sich nicht machen, da ich mich überzeugte, daß an solchen Stellen sogar beim Aufbewahren im feuchten Raume das Parenchym abstirbt. Indirekt ließ sich die Richtigkeit dieser zweiten Auffassung dadurch beweisen, daß man ein Stück der Epidermis abschnitt und diese dann vorsichtig auf eine andere Stelle des Blattes wieder aufklebte. Das Aufkleben geschah mit Hilfe eines gewöhnlichen Leimes, aber so, daß der Leim nur eine äußerst kleine Stelle der Epidermis bedeckte, der übrige

[1] Durch die Untersuchungen von Hertel hatte auch diese Deutung eine gewisse Wahrscheinlichkeit, s. u.

Teil des Epidermisschnittes befand sich also ganz frei auf dem Blatte. Als ich dieses Blatt nun fünf Stunden auf eine Distanz von 35 *cm* bestrahlte, war es den nächsten Tag ganz braun geworden. Überall war die Epidermis getötet. Als ich aber das aufgeklebte Epidermisstück abriß, kam eine unbeschädigte ganz grüne Stelle zum Vorschein; die aufgeklebte Epidermis hatte also alle schädlichen Strahlen absorbiert.

Diesen Versuch konnte ich allerdings erst anstellen, nachdem ich mich überzeugt hatte, daß die Wirkung der Strahlen streng lokalisiert war und diese sich nicht, was ja möglich war, auch auf nebenliegende Zellen erstreckt.

Es war mir bei diesen Versuchen schon aufgefallen, daß tiefer gestellte Blätter, die von den oberen teilweise beschattet waren, nach der Bestrahlung einen sehr deutlichen scharfen Schatten zeigten.

Um die streng lokale Wirkung ganz deutlich zu demonstrieren, machte ich folgenden Versuch: Von einem etwas größeren jüngeren Blatte (denn anstatt einer ganzen Pflanze sind einzelne in Wasser gestellte Blätter sehr gut zu verwenden) wurde die Hinterseite (vergl. weiter unten) mit einer Blechschablone, woraus das Wort »Licht« in einzelnen Buchstaben ausgestanzt war, bedeckt und mit Reisnägeln lose auf einem Holzbrette befestigt.

Das Ganze wurde wieder in einer Entfernung von 35 *cm* während acht Stunden der Bestrahlung ausgesetzt. Nach der Entfernung der Schablone trat das Wort »Licht« in scharf ausgeprägten Buchstaben braun auf grünem Grunde hervor. Den nächsten Tag hatte die Intensität der braunen Farbe bedeutend zugenommen, ohne daß aber die Schärfe der Abgrenzung auch nur irgendwo vermindert war.

Wie ich mich überzeugte, läßt sich das Blatt auch ganz gut konservieren, ohne daß die Deutlichkeit irgendwie beeinträchtigt wird. Die von Hugo de Vries[1] angegebene Methode zur Konservierung, wobei mit salzsäurehaltigem Alkohol die grünen Gewebe sich entfärben und braun gefärbte Stellen ungeändert bleiben, ließ sich leider nicht anwenden: de Vries erwähnt selber schon, daß die Blätter von *Aucuba japonica* den einzigen Fall bilden, wobei die Methode versagt und die grünen Teile sich schwärzen. Für meinen Zweck

[1] Ber. Deutsch. Bot. Ges., VII, 298 (1889).

aber gab ein $1^1/_2$ bis 2 Minuten langes Eintauchen in siedendes Wasser und unmittelbar darauffolgende rasche Trocknung zwischen Filtrierpapier ein ganz befriedigendes Resultat. Man erhält das Blatt an den unverletzten Stellen ganz schön grün, während die bestrahlten Epidermiszellen sich ungeändert braun abheben.

Die Fig. 2 gibt eine im durchfallenden Lichte aufgenommene Photographie dieses Blattes wieder. Die schwarzen Partien der Photographie stellen die bestrahlten Teile dar, die rundlichen Flecke in der hellen Partie rühren von der Panaschüre des Blattes her.

Ich hatte in der Schwärzung, die bei der Tötung der Epidermiszellen bei *Aucuba japonica* auftritt, ein sehr geeignetes Reagenz, um mich über die Wirkung der ultravioletten Strahlen noch etwas näher zu orientieren. Zuerst möchte ich aber noch ausdrücklich betonen, daß man in dieser Schwärzung keine spezifische Wirkung der ultravioletten Strahlen zu sehen hat, sondern daß jede den Tod der Epidermis hervorrufende Ursache eine solche erzeugt, allerdings mit der Beschränkung, daß man nicht zu gleicher Zeit mit der Zelle auch die darin enthaltenen Fermente zerstört. Denn schon die Tatsache, daß die Schwärzung erst nach längerer Zeit deutlich wird, macht es wahrscheinlich, daß man hierin eine Fermentwirkung zu erblicken hat und die Erhaltung der grünen Farbe nach kurzem Eintauchen in siedendes Wasser spricht auch für diese Auffassung. Ich habe diese Ansicht auch bei Maquenne und Demoussy[1] vorgefunden. Unsere Beobachtungen stimmen in dieser Hinsicht gut überein.

Nur in einem kann ich den genannten Autoren nicht beistimmen, nämlich wenn sie sagen: »L'action diastasique dont nous venons de parler résulte évidemment du mélange des sucs cellulaires rendus diffusibles par la mort des tissus, donc l'enzyme et le principe chromogène des feuilles noircissantes sont dans la vie normale, isolés à l'intérieur de cellules distinctes.« Für diese Meinung bringen die Autoren keine spezielle Begründung bei und verweisen nur auf die von Guignard[2] nachgewiesene Lokalisation des Emulsins und des Myrosins in ganz bestimmten Zellen der betreffenden glukosidhaltigen

[1] L. c.

[2] Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, *110*, 477 (1890).

Pflanzen. Diese Auffassung ist später von anderen französischen Forschern erweitert worden. Sie trifft aber bei *Aucuba japonica* ganz gewiß nicht zu, und zwar aus folgenden Gründen. Wenn man ein *Aucuba*-Blatt in einer schiefen Stellung der Quecksilberlampe auf eine Distanz von 35 *cm* z. B. vier Stunden lang aussetzt, so beginnt die Schädigung an einzelnen Zonen aufzutreten. Ein solches Blatt zeigt nämlich den nächsten Tag keine absolute Schwärzung, sondern es treten an bestimmten Zonen nur braune Pünktchen auf. Macht man jetzt einen Flächenschnitt der Epidermis, dann gelingt es sehr bald, solche Stellen zu finden, wo man nur eine braune Zelle umgeben von farblosen Zellen sieht. Beobachtet man diese Stelle in zehnprozentiger KNO_3-Lösung, dann kann man bei dickeren Schichten beobachten, daß sowohl die umgebenden Epidermiszellen als auch alle darunterliegenden Parenchymzellen plasmolysiert werden, also lebendig sind. Das die Schwärzung hervorrufende Ferment muß also mit dem Chromogen innerhalb derselben Zelle vorhanden sein; solange die Zelle lebt, sind beide getrennt, erst postmortal prallen beide aufeinander.

Nachdem also festgestellt war, daß die erste Folge der Bestrahlung sich auf die Epidermis beschränkte, war es wünschenswert zu sehen, inwiefern bei längerer Bestrahlung möglicherweise unter der Epidermis liegende Schichten auch beeinflußt würden. So wurde ein Blatt während dreier Tage (weil während der Nacht die Lampe nicht brennen durfte) unter denselben Bedingungen je 8 bis 10 Stunden bestrahlt, also insgesamt 28 Stunden. Der Querschnitt zeigte, daß auch jetzt noch immer die Wirkung auf die Epidermis beschränkt war, also die tote Epidermis die ultravioletten Strahlen genügend absorbierte. Nur an sehr wenigen Stellen war ein Absterben der nachstanliegenden Parenchymschicht bemerklich. Ausdrücklich sei hervorgehoben, daß eine Desorganisation der Chlorophyllkörner nicht zu konstatieren war und nur die braune Farbe des Zellinhaltes eine Tötung verriet.

Dann wurde untersucht, ob sich die Epidermis der Unterseite den ultravioletten Strahlen gegenüber auch so empfindlich erweist. Bald zeigte sich, daß diese sogar an Empfindlichkeit die Oberseite übertraf.

Mikroskopisch wurde festgestellt, daß bei genügender Bestrahlungsdauer die Schließzellen der Spaltöffnungen auch getötet wurden. Bekanntlich haben Leitgeb[1] für Wärmeschädigung und Fäulnis, Molisch[2] für tiefe Temperaturen und Kindermann[3] für chemische Einflüsse und Austrocknung eine auffallende Widerstandskraft der Schließzellen diesen schädlichen äußeren Einflüssen gegenüber im Vergleich mit den anderen Epidermiszellen nachgewiesen. Ich war daher begierig zu sehen, ob ein ähnliches Verhalten auch für Lichtschädigungen zutrifft. Wenn man ein Blatt wieder schief beleuchtet und so in verschieden starker Intensität geschädigte Zonen bekommt, findet man in der Tat leicht eine Zone, wo die gewöhnlichen Epidermiszellen einen braunen Inhalt haben, getötet sind und außerdem sieht man dazwischen die ungebräunten Schließzellen fast immer umgeben von vier ungebräunten »Nebenzellen«. Solereder gibt in seiner »Systematischen Anatomie der Dikotyledonen« bezüglich *Aucuba* an: »die Spaltöffnungen sind von keinen besonderen Nebenzellen begleitet« und auch ich konnte keine anatomisch ausgebildeten Nebenzellen auffinden, aber da auch Kindermann in vielen Fällen fand, daß die Nebenzellen in ihrer Resistenz mit den Schießzellen übereinstimmten, so könnte man hier an Nebenzellen denken, die sich zwar nicht gestaltlich, wohl aber chemisch als Nebenzellen zu erkennen geben. Eine andere Erklärung jedoch könnte sich auf die bereits zitierten Versuche Hertel's gründen. Dieser Forscher beobachtete, daß die hemmende Wirkung der Strahlen von 280 $\mu\mu$ Wellenlänge auf die Protoplasmaströmung bei *Elodea canadensis* sehr beeinträchtigt wurde durch gleichzeitige Beleuchtung mit gewöhnlichem weißen Lichte. Er erklärte diese Erscheinung mit der Annahme (wofür auch einige seiner Beobachtungen sehr sprechen), daß die schädigende Wirkung auf einem Sauerstoffentzug des Protoplasmas beruhe. Da nun das gewöhnliche Licht eine kräftige Assimilation, also Sauerstoffabscheidung bewirkt, wird der Schädigung

[1] Zitiert nach Molisch; s. d.

[2] Unters. über das Erfrieren der Pflanzen, p. 30, Jena (1897).

[3] Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. CXI (1902).

entgegengewirkt. Bedenkt man nun, daß die Quecksilberdampflampe noch viele sichtbare Strahlen aussendet und das Blatt also auch assimilieren wird, so werden infolgedessen die den Spaltöffnungen naheliegenden Zellen relativ sauerstoffreicher, d. h. im Sinne der Hertel'schen Hypothese resistenter werden.

Versuche darüber, innerhalb welcher Zeit schon eine Schädigung erfolgt.

Es wurde zunächst, nachdem die Lampe konstant brannte, auf eine Distanz von 40 *cm* vom Quarzrohre die Lichtintensität nach der Wiesner'schen[1] Methode in Bunsen-Roscoe'schen Einheiten auf 0·082 bestimmt und dann zwei größere Aucubablätter mit der Unterseite nach dem Lichte aufgestellt. Nach 10, 20, 30, 40, 50 Minuten, 1, $1^1/_4$, $1^1/_2$, $1^3/_4$, 2 und $2^1/_2$ Stunden wurde jedesmal ein Streifen der Blätter mit schwarzem Papier verdeckt. Die Expositionszeiten der respektiven Zonen sind also durch die oben erwähnten Zeiten gegeben.

Nach Beendigung des Versuches war von einer Schädigung gar nichts zu sehen. Den nächsten Tag aber war schon eine geringe Schwärzung bei der Zone von $1^3/_4$ Stunden zu bemerken und noch deutlicher bei den länger exponierten Teilen. Nach drei Tagen hatte die Schwärzung sehr zugenommen und alle Zonen, die 40 Minuten oder länger exponiert waren, waren geschädigt, allerdings zeigte die Zone von 40 Minuten nur ganz vereinzelt geschädigte Zellen. Auch später behielten die kürzer beleuchteten Zonen ihre frische grüne Farbe.

Es war nicht ohne Interesse, zu wissen, welchem Teile des ultravioletten Spektrums diese vernichtende Wirkung zukommt. In Zusammenhang mit den bereits bekannten Untersuchungen war es wahrscheinlich, daß hier der ganz kurzwellige Teil der eigentlich wirksame Faktor sei, eine Ansicht, die auch durch die folgenden Versuche gestützt wird. Die Versuche von Schanz und Stockhausen[2] zeigten, daß eine 2 *mm* dicke Glasplatte nur die Strahlen von 300 $\mu\mu$ und kürzerer Wellenlänge absorbiert. Die längerwelligen werden vom Glase

[1] Vergl. z. B. Zeitschr. f. Elektrochemie, XIV, 502 (1908).

[2] L. c.

in sehr beträchtlichem Maße durchgelassen. Ich bediente mich nun eines Deckgläschens von etwa 0·15 *mm* Dicke und da bekanntlich die Absorption mit der Potenz der Dicke zunimmt, konnte ich gewiß sein, daß bei dieser geringen Dicke die Strahlen von 300 μμ und höher nur einer sehr geringen Absorption unterliegen; auch entnahm ich weiter den Versuchen Köhler's,[1] daß ein Deckgläschen die Strahlen von 280 μμ fast vollkommen absorbiert.

Das Resultat war sehr befriedigend: ein Deckgläschen, das auf ein *Aucuba*-Blatt angeklebt wurde (nur an einer Ecke mit ein wenig Leim befestigt), schützte auch bei einer Expositionszeit von 20 Stunden vollständig; immer bekam man ein Blatt mit brauner Epidermis mit einem dem Deckglasumriß entsprechenden grünen Fleck. Ich glaube, mit diesem Versuche bewiesen zu haben, daß ultraviolette Strahlen jedenfalls von 300 μμ und größerer Wellenlänge keine schädigende Wirkung ausüben und kann diese Tatsache auf alle von mir untersuchten Fälle ausdehnen. Da das an ultravioletten Strahlen so reiche Sonnenspektrum sich nur über diese Wellenlängen ausdehnt, ist eine Schädigung durch die ultravioletten Strahlen der direkten Sonnendestrahlung ausgeschlossen.

Echeveria sp.

Eine junge, etwa 8 *cm* hohe *Echeveria*-Pflanze wurde mit der Rosette gegen die Lampe auf eine Distanz von 40 *cm* in horizontaler Lage während 6 Stunden beleuchtet. Die Intensität wurde auf 0·091 B. R. Einheiten bestimmt. Den nächsten Tag wurden die Blätter untersucht. Die älteren Blätter, die jetzt eine schwach braune Farbe angenommen hatten, zeigten das normale Aussehen, nur war die Epidermis kollabiert und, wie aus den Flächenschnitten hervorging, der Inhalt der Epidermiszellen auch braun gefärbt.

Die jungen Blätter in der Nähe der Knospe zeigten nichts Ungewöhnliches, wahrscheinlich weil das Licht nur schief auf sie fiel.

Nach zwei Wochen waren fast alle älteren Blätter (also die, deren Oberfläche bei der Bestrahlung senkrecht zu den einfallenden Strahlen gestellt war) abgefallen, ein Beweis, wie verhängnisvoll das Absterben der Oberhaut zumal bei einer für gewöhnlich so schwach transpirierenden Pflanze wird. Die Pflanze

[1] l. c.

wuchs übrigens vorzüglich weiter und war sonst durchaus nicht von der Kontrollpflanze zu unterscheiden.

Ein zweiter Versuch hatte einen ganz ähnlichen Verlauf.

Sempervivum sp.

Unter ähnlichen Bedingungen wie bei *Echeveria* wurde eine *Sempervivum*-Pflanze 5 Stunden lang bestrahlt und 36 Stunden nach der Bestrahlung untersucht: Die Epidermis hatte wieder eine dunklere Farbe angenommen, einzelne Stellen hatten einen mehr gelben, andere einen mehr braunen Inhalt.

Diese Beobachtungen gelten auch wieder nur für die senkrecht (oder nahezu senkrecht) zu den einfallenden Strahlen gestellten Blätter. Nach 3 Tagen sah man auf den Blättern dunkle Punkte hervortreten, die von den unter der Oberhaut liegenden abgestorbenen Gerbstoffidioblasten herrührten. Dies darf aber nicht einer spezifischen Wirkung der Bestrahlung zugeschrieben werden, denn sie kann durch andere Todesursachen, z. B. durch Ammoniakdampf ebenfalls hervorgerufen werden.

Verhalten des Anthokyans im ultravioletten Lichte.

Die anthokyanhaltigen Zellen der Epidermis an der Blattspitze zeigten nach der Tötung im Vergleich mit den anderen Zellen einen meist etwas dunkleren Inhalt und unterm Mikroskop oft blauschwarze Körnchen.

Dies regte mich an, das Verhalten anderer anthokyanhaltiger Zellen genauer zu verfolgen und zu untersuchen, ob das Licht eine direkte Zersetzung des Anthokyans hervorruft oder ob vielmehr ein eventuelles Verschwinden des Anthokyans als eine sekundäre Wirkung infolge der Abtötung des Protoplasmas und der hiermit zusammenhängenden Desorganisation aufzufassen sei.

Zunächst wurde die Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf eine Anthokyanlösung studiert. An erster Stelle wurde eine aus den Blüten von *Viola tricolor* dargestellte violettblaue Anthokyanlösung benützt. Die Lösung wurde in zwei Teile geteilt: der eine blieb intakt, dem anderen wurde soviel Oxalsäure zugefügt, als eben für eine deutliche Rotfärbung notwendig war. Von diesen beiden Lösungen (also der schwach sauren und der neutralen) wurden je drei Proben genommen: eine wurde in einer offenen Petrischale unter das Leuchtrohr der Lampe gestellt, die zweite ebenso in einer geschlossenen Petrischale, während die dritte im Finstern aufgehoben wurde.

Nachdem in den drei aufeinanderfolgenden Tagen je 8 Stunden beleuchtet worden war, konnte in keinem Falle eine Abnahme der Intensität konstatiert werden. Auch ein mit der Anthokyanlösung gesättigter Streifen Filtrierpapier, der mit dem unteren Ende in die Lösung tauchte, wo also das Anthokyan in sehr dünner Schicht vorhanden war, zeigte kein Ausbleichen der Farbe nach der Bestrahlung. Eine aus den Blüten von *Pelargonium zonale* dargestellte Anthokyanlösung verhielt sich ebenso.

Begonia discolor.

Um so mehr aber wunderte es mich, bei der Bestrahlung der deutlich rot gefärbten Unterseite der Blätter von *Begonia discolor* feststellen zu können, daß hier die rote Farbe zweifellos verschwindet. Verdunkelt man bei der Beleuchtung die eine Hälfte der Blätter, so ist nach der Bestrahlung die eine geschützte Hälfte natürlich noch schön rot, während die bestrahlte die grüne Farbe des darunterliegenden Parenchyms durchblicken läßt. Die Epidermis selbst ist farblos geworden. Eine Ausnahme allerdings bilden die Blattnerven, die ihre rote Farbe ungeändert behalten. Der Grund für dieses abweichende Verhalten ist der, daß das Anthokyan in den Nerven in den tieferliegenden Schichten vorkommt und überdies noch von einer Kollenchymschicht umgeben ist. Die Untersuchung des Blattquerschnittes zeigte, daß die anthokyanführende Epidermis abgestorben und daß das Anthokyan als solches verschwunden war.

Molisch[1] hat in einer Abhandlung »Über den Farbenwechsel anthokyanhaltiger Blätter bei rasch eintretendem Tode« eine Reihe von Fällen angeführt, wo rotgefärbte Blätter bei raschem Eintauchen in siedendes Wasser ihre rote Farbe verlieren, ohne daß sich das Wasser dabei rot färbt. Werden aber Blatt und Wasser mit einer Spur irgendeiner verdünnten Säure behandelt, dann werden beide intensiv rot gefärbt, ein Beweis dafür, daß das Anthokyan teilweise im Blatte, teilweise im Wasser in einer geänderten Form vorhanden ist. Dieselbe Erscheinung tritt ein, wenn man das Blatt in einem Luftbade auf 70° erwärmt, wahrscheinlich weil der Zellsaft nach der Tötung mit dem alkalischen Protoplasma in Berührung kommt, wodurch das Anthokyan grün bis gelb, ja sogar nahezu farblos wird. Eine Stütze für diese Auffassung findet Molisch darin, daß bei Pflanzen mit stark sauer reagierendem Zellsafte die Erscheinung niemals beobachtet werden konnte; hierbei erwähnt er ausdrücklich *Begonia*.

[1] Bot. Zeitung, *47*, 17 (1889).

Auch ich konnte konstatieren, daß ein *Begonia*-Blatt, auf 70° erhitzt, noch zweifellos rotgefärbtes Anthokyan enthält. Wenn daher bei der Bestrahlung das Anthokyan verschwindet, muß dasselbe hierbei einer Änderung unterliegen.

Ich wiederholte diese Versuche mehrmals, immer mit dem gleichen Resultat. So fand ich, daß eine Bestrahlungsdauer von $2^1/_2$ Stunden genügte, um die Epidermis vollständig zu entfärben. Legte man die Schnitte in verdünnte Salzsäure, dann konnte man nicht die geringste Rotfärbung beobachten, daher konnte hier das Verschwinden des Anthokyans nicht durch eine von vornherein schon unwahrscheinliche alkalische Reaktion erklärt werden. Auch mit einer verdünnten Ferrichloridlösung konnte weder Anthokyan noch irgendeines seiner Zersetzungsprodukte nachgewiesen werden.

Dieser Fall der wahrscheinlich indirekten[1] Zersetzung des Anthokyans ist jedoch ganz alleinstehend. Ich bestrahlte mehrere anthokyanhaltige Blüten, z. B. eine Rose, *Centaurea Cyanus*, ohne jedoch ein Verschwinden des Anthokyans feststellen zu können. Dagegen läßt sich das Absterben der Zellen und eine Änderung der Farbe beobachten. So zeigten die Zellen einer intensiv roten Rose nach achtstündiger Beleuchtung eine deutlich schmutzigblaue Farbe und eine teilweise Speicherung des Farbstoffes im Protoplasma und Kern.

Saxifraga sarmentosa.

Endlich wurde während 4 Stunden auf eine Distanz von 40 *cm* die schön rote Unterseite eines Blattes von *Saxifraga sarmentosa* bestrahlt, weil dies eine der Pflanzen war, bei der Molisch beim Absterben ein Farblos- und nach Ansäuern wieder Rotwerden beobachtet hatte. In ultraviolettem Lichte konnte ganz dasselbe konstatiert werden.

Das Chlorophyll im ultravioletten Lichte.

Nachdem also im allgemeinen die Beständigkeit des Anthokyans den ultravioletten Strahlen gegenüber festgestellt war, wurde das Verhalten einer Chlorophyllösung geprüft. Dieselbe

---

[1] Man kann sich diese Zersetzung z. B. so denken: Durch die Bestrahlung wird irgendeiner der Zellbestandteile chemisch geändert, wobei Stoffe entstehen, die zersetzend auf das Anthokyan einwirken. Die vorhergehenden Versuche mit der Anthokyanlösung machen eine direkte Zersetzung sehr unwahrscheinlich.

wurde bereitet, indem Gras mit siedendem Wasser getötet und dann mit 80prozentigem Alkohol extrahiert wurde.

Die Lösung wurde, wie für die Anthokyanlösung angegeben ist, unter beständigem Ersatz des verdunstenden Alkohols bestrahlt. Als ich dann die Lösung eintrocknen ließ, das Chlorophyll wieder mit 80prozentigem Alkohol aufnahm, war, gleiches Volum vorausgesetzt, keine Änderung zu beobachten, weder in der Intensität der Farbe noch in dem Absorptionsspektrum dieser Rohchlorophyllösung.

Es ist dies eine Tatsache von großer Wichtigkeit, die mit meinen übrigen Versuchen in vollem Einklang steht, denn ich konnte nirgends bei grünen Blättern eine Abnahme der Intensität der grünen Farbe beobachten. Die oft postmortal auftretende Färbung der Epidermis machte die Beurteilung nicht immer leicht, aber in den meisten Fällen war unmittelbar nach der Bestrahlung die Epidermis noch farblos und dann zeigten bestrahlte und unbestrahlte Teile niemals einen Unterschied. Wir haben schon gesehen, daß die ganz kurzwelligen Strahlen nicht bis ins Blattgrünparenchym dringen; die übrigen ultravioletten Strahlen könnten dies jedoch wohl tun, aber auch, wenn dies so wäre, muß eine Zersetzung des Chlorophylls bestimmt verneint werden.

Von größerer Bedeutung für unsere Frage sind die Versuche von Schulze,[1] der bei längerer Bestrahlung mit Strahlen von 280 μμ keine Entfärbung verschiedener Algen konstatierte, weil bei diesen Versuchen die Gewißheit existiert, daß die Strahlen das Chlorophyll auch tatsächlich erreichen.

Ich möchte in diesem Zusammenhang auf E. Stahl's[2] Angaben hinweisen.

Im Abschnitte »Wechselnder Chlorophyllgehalt der Assimilationsorgane« vertritt Stahl die Anschauung, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen das Licht, entgegen der sehr verbreiteten Annahme, keine Zerstörung des Chlorophylls in den Chromatophoren hervorruft und daß in den Fällen, wo durch konzentriertes Sonnenlicht eine nachweisbare Zerstörung eintritt,[3] es richtiger sei, statt von Zerstörung des Chlorophylls vielmehr von Regulierung seines Gehaltes im Dienste der Regulierung der Strahlenabsorption zu sprechen.[4]

[1] L. c.

[2] Zur Biologie des Chlorophylls. Jena (1909), p. 79 f.

[3] Pringsheim, Jahrb. f. wissensch. Botanik, XII, 288.

[4] Zitiert nach Stahl, l. c., p. 95. Vgl. die ausführlichen Auseinandersetzungen Stahl's auch in den vorhergehenden Abschnitten.

Schulze's und auch meine Versuche, denen zufolge die sonst chemisch wirksameren Strahlen auch bei stärkerer Intensität keine Herabsetzung des Chlorophyllgehaltes zur Folge haben, scheinen diese Auffassung zu bestätigen.

Man soll jedoch bedenken, daß das Sonnenlicht auch neben dem violetten Teil des Spektrums rote Strahlen enthält. Nun hat schon Cossa[1] gezeigt, daß eben diese Strahlen eine alkoholische Chlorophyllösung im Gegensatz zu den violetten rasch entfärben und das ist auch beim Chlorophyll in den Chromatophoren nicht ausgeschlossen. Außerdem geben in neuester Zeit Bierry und Larguier de Bancels[2] an, bei fortgesetzter Bestrahlung mit zwei Quarzlampen eine Entfärbung der alkoholischen Chlorophyllösung beobachtet zu haben.[3]

Ich möchte auch noch einmal ausdrücklich betonen, daß die Ergebnisse physiologischer Versuche mit Strahlen von 280 μμ Wellenlänge niemals auf die Verhältnisse in der Natur übertragen werden dürfen, weil diese Strahlen im gewöhnlichen Sonnenlicht überhaupt nicht vorkommen. Ich wiederhole dies noch einmal, weil diese Tatsache oft vernachlässigt wird. Stahl verweist z. B. auf die Resultate von Hertel,[4] der gefunden hat, daß chlorophyllführende Organismen oder mit solchen in Symbiose lebende Organismen den Strahlen von 280 μμ gegenüber viel resistenter seien als farblose, allerdings wenn gleichzeitig auch sichtbares Licht einfällt. Wenn auch diese Tatsache speziell zur Erklärung für die vernichtende Wirkung der ultravioletten Strahlen von Bedeutung ist, eine biologische Bedeutung würde diesen Versuchen erst zukommen, wenn nachgewiesen würde, daß auch das Sonnenlicht eine derartige nachteilige Wirkung entfalten könnte. Es will mir dann auch scheinen, daß, wenn Stahl schreibt (p. 94): »Der Umstand, daß grüne Paramäcien, bei vorherigem Aufenthalt im Dunkeln, ebenso schnell wie farblose getötet werden, ist in biologischer

[1] Ber. Deutsch. Chem. Ges. *7* (1874).

[2] Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, *153*, 124 (1911).

[3] Dagegen hat auch Stoklasa, in seiner am Schlusse kurz erwähnten Arbeit, keine Änderung einer Rohchlorophyllösung im ultravioletten Lichte beobachten können.

[4] L. c.

Beziehung ohne Bedeutung, da dieser Fall in der Natur kaum eintreten dürfte, da der Einwirkung des ungeschwächten, gefährlichen Sonnenlichtes stets mehr oder weniger lange diffuse Beleuchtung vorangeht«, er vergißt, daß das, was Hertel für Strahlen von 280 $\mu\mu$ nachwies, nicht ohne weiteres auf das Sonnenlicht übertragen werden darf.

Wenn Stahl[1] übrigens die Wahrscheinlichkeit hervorhebt, daß viele Pflanzen in der Cuticula einen Schirm besitzen, der die ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes stark abschwächt, dann wird man ihm gern beistimmen, obschon sein Hinweis auf die Publikation von Köhler, die nur Absorptionsangaben für Strahlen von 275 $\mu\mu$ enthält, nicht berechtigt ist. (Man bedenke nur wieder, daß in diesem Lichte ein gewöhnliches Deckgläschen undurchlässig erscheint, während Strahlen von 300 bis 400 $\mu\mu$ Wellenlänge fast vollkommen durchgelassen werden.)

Es schien mir von Interesse, zu untersuchen, wie weit diese von Stahl betonte absorbierende Wirkung der Cuticula geht und ob sie vielleicht so vollständig ist, daß auch die schädlichen kurzwelligen Strahlen sogar nicht einmal auf die Epidermiszellen ihre vernichtende Wirkung ausüben können; obschon — es sei noch einmal hervorgehoben — auch diesen Versuchen keinerlei biologische Bedeutung zukommt.

Die Bedeutung der Cuticula.

Ficus elastica.

Als erstes Versuchsobjekt diente ein Blatt von *Ficus elastica*, das auf 35 *cm* 8 Stunden beleuchtet wurde, während ein Teil des Blattes von einem Deckgläschen geschützt war. Nach Beendigung des Versuches war noch nichts Auffallendes zu bemerken, den nächsten Tag sah man jedoch die geschützte Stelle sich durch eine etwas reinere grüne Farbe deutlich von dem übrigen abheben. Ein Flächenschnitt der Epidermis eben auf der Grenze der beiden Gebiete zeigte in 10prozentiger KNO_3-Lösung einen deutlichen Unterschied: an den bestrahlten Stellen hatten die Zellen einen hellbraunen Inhalt und waren offenbar tot; an den geschützten Stellen waren die Zellen ganz normal und zeigten deutliche Plasmolyse. In diesem Falle bietet also die Cuticula keinen ausreichenden Schutz; dagegen die ganze Epidermis wohl, wie schon aus den Intaktsein des Parenchyms hervorging. Ich demonstrierte dies aber noch

[1] L. c., p. 90.

deutlicher, indem ich das empfindliche *Aucuba*-Blatt mit einem Stückchen *Ficus*-Epidermis bedeckte und bestrahlte. Die bedeckte Stelle blieb immer grün.

Homogyne discolor.

Als weiteres Versuchsobjekt dienten die lederartigen Blätter von *Homogyne discolor*, die, als Alpenpflanze in 2000 *m* Höhe wachsend, ein intensives, an ultravioletten Strahlen verhältnismäßig reiches Licht gewöhnt ist und für die die Möglichkeit vorlag, daß ihre Cuticula eine mit Rücksicht auf die Transpiration wichtige selektive Lichtabsorption bewirkte.

Doch auch hier waren die Epidermiszellen nach fünfstündiger Bestrahlung mit einer intensiv braunen Masse ausgefüllt und abgestorben. Wenn daher Schroeter in seinem Buche »Das Pflanzenleben der Alpen«[1] »die Verstärkung der Cuticula« als ein allgemeines Charakteristikum der Alpenpflanzen angibt[2] und deren Bedeutung in einer Schutzeinrichtung gegen eine schädliche Lichteinwirkung sucht, dann muß betont werden, daß dieser Schutz sich nur auf das Sonnenlicht beschränkt und kein absoluter ist.

Hedera helix.

Als dritte Art von Blättern mit starker Cuticula wurden diejenigen von *Hedera helix* und speziell die älteren dunkelgrünen genommen. Während die jungen Blätter bald anfangen zu welken, schließlich aber auch eine Bräunung aufweisen, ist dies bei den älteren Blättern nicht so deutlich und es zeigt erst die mikroskopische Untersuchung den eingetretenen Tod der Epidermis an. Auch hier wurde wieder die schützende Wirkung eines Deckgläschens festgestellt.

Ferner wurden Fälle untersucht, wo die gelbe Farbe der Cuticula schon eine stärkere Absorption der violetten Seite des Spektrums vermuten läßt und hierbei wurden mit Rücksicht auf die Angaben von Stahl[3] die Nadeln von *Taxus baccata* und die Blätter von *Nerium Oleander* gewählt.

Taxus baccata.

Zuerst wurden die dunklen, über ein Jahr alten Nadeln während 8 Stunden auf 30 *cm* Entfernung bestrahlt. Nach Beendigung der Bestrahlung und auch den nächsten Tag war keine Schädigung aufzufinden, die Nadeln verhielten sich auch später geradeso wie unbestrahlte. Dasselbe fand ich dann für die lichtgrünen einjährigen Nadeln; wurden dagegen die Unterseiten dieser Nadeln

[1] Zürich (1908), p. 670.

[2] Diese Tatsache wird jedoch bestritten von Wagner, diese Sitzungsberichte, Bd. CI (1892).

[3] L. c., p. 90.

der Bestrahlung ausgesetzt, dann trat nach längerer Zeit eine Bräunung auf. Nur die Blattränder, an denen die Epidermiszellen bekanntlich dickwandiger sind, waren unverletzt. (Vgl. Fig. 3.)

Nerium Oleander.

Bei *Nerium Oleander* konnte ich weder bei den älteren noch bei den jüngeren Blättern bei Beleuchtung der Oberseite eine Schädigung bemerken; die Bestrahlung der Unterseite bei jüngeren Blättern hatte eine Schädigung der Epidermiszellen zur Folge; eine Ausnahme bildeten meist nur die tief gestellten Spaltöffnungsapparate, die ja auch noch von den Haaren geschützt sind. Die Haare selber aber waren meist geschrumpft.

Zusammenfassend kann man also sagen: daß in einigen Fällen die gelb gefärbte Cuticula in der Tat eine Schutzeinrichtung gegen die ganz kurzwelligen Strahlen darstellt.

Außerdem wurden noch die Blätter der folgenden Pflanzen einer Untersuchung unterzogen:

Phaseolus multiflorus.

Blätter einer jungen Keimpflanze wurden auf 35 *cm* Entfernung während 2 Stunden bestrahlt. Der Blattquerschnitt zeigte wieder, daß die Epidermis kollabiert, das Parenchym jedoch intakt war; das Blatt wies einen eigentümlichen Glanz auf. Ein solches Blatt blieb oft noch eine Woche lang turgeszent; länger bestrahlte vertrockneten rascher.

Coryllus Avellana.

Die Blätter hatten den nächsten Tag eine deutlich gebräunte Epidermis, blieben aber lange Zeit noch frisch.

Ficus carica.

Die Blätter zeigten bald eine geringe Schwärzung und vertrockneten rasch.

Auch in den letzten drei Fällen wurde nochmals die schützende Wirkung des Deckgläschens konstatiert.

Schließlich wiederholte ich die Versuche von Pougnet[1] über das Auftreten des Cumaringeruches bei der Bestrahlung

[1] L. c.

von *Asperula odorata*. Ganz dasselbe Resultat erhielt ich nach Einwirkung von ultraviolettem Licht auf *Ageratum Mexicanum*.[1]

Mimosa pudica.

Zum Schlusse seien noch einige Beobachtungen über das Verhalten von *Mimosa pudica* den ultravioletten Strahlen gegenüber mitgeteilt.

Ein noch junges, kräftiges, etwa 25 *cm* hohes Exemplar von *Mimosa pudica* wurde im Juli zuerst einige Tage zur Abhärtung im kalten Glashaus aufgestellt.

Dann wurde es in die Dunkelkammer übertragen, in horizontaler Lage durch eine Glasplatte geschützt, vor der Lampe aufgestellt und gewartet, bis die Blätter sich völlig entfaltet hatten. Hierauf wurde die Glasplatte entfernt. Dies hatte zur Folge, daß innerhalb einer halben Stunde sämtliche beleuchteten Blätter in die Reizstellung übergegangen waren. Dann wurde der Versuch beendet und die Pflanze wieder in das Glashaus zurückgestellt.

Den nächsten Tag hatten die Blätter sich wieder entfaltet, waren aber viel weniger empfindlich. Die Pflanze wurde jetzt wieder ungeschützt der Lampe ausgesetzt; die jüngsten Blätter kamen wieder in die Reizstellung, die älteren aber zeigten bald eine vollständige Starre, eine große Unempfindlichkeit insbesondere für mechanische Reize. Nach 3 Viertelstunden dauernder Bestrahlung begannen mehrere Fiederblättchen abzufallen.

Der Versuch wurde eingestellt, den nächsten Tag waren alle Blättchen im Gewächshause nebst den primären Blattstielen abgefallen, nur die ganz jungen Blätter blieben gesund und entwickelten sich auch später weiter.

B. Versuche mit Stengeln.

Phaseolus multiflorus.

Von einer jungen Keimpflanze wurde der Stengel bis auf eine Höhe von 12 *cm*, in einer Entfernung von 30 *cm* von der Lampe, während 6 Stunden bestrahlt. Auch hier trat die schädliche Wirkung deutlich hervor, erstens bekam die bestrahlte Seite des Stengels eine braune Farbe und zweitens traten oft an dieser Seite schwach sauer reagierende Tröpfchen auf, die wohl als eine Infiltration des Zellsaftes durch das tote Gewebe aufzufassen sind. Ein Querschnitt zeigte, daß hier schon vier Zellschichten abgetötet waren. Die Zellen waren ganz kollabiert im Gegensatz zur normalen Schattenseite. Jetzt wurde versucht, ob eine längere Bestrahlung noch tiefer eindringende Schädigungen

---

[1] Vgl. H. Molisch und S. Zeisel, l. c.

hervorruft. Dies war wirklich der Fall: Der Stengel einer Keimpflanze wurde in einer Höhe, wo das primäre Holz bereits gut ausgebildet war, durch 3 Tage im ganzen durch etwa 30 Stunden beleuchtet. Die Pflanze zeigte eine tiefbraune Farbe an der bestrahlten Seite, wuchs aber ungestört weiter.

Im Querschnitt einer anderen, auf gleiche Weise behandelten Pflanze zeigte sich aber, daß die ganze Rinde bis auf die Holzgefäße an der bestrahlten Seite kollabiert war (vgl. Fig. 4). Nun wurde geprüft, inwieweit die Strahlen auch noch die Holzgefäße beeinflußt hatten und es war sehr bemerkenswert, daß die Rotfärbung mit Phloroglucin und Salzsäure an der unbeleuchteten Seite intensiver war als an der anderen.

Dieser Unterschied war besonders ausgeprägt bei den Bastgruppen: Die an der intakten Seite gaben eine deutliche, die im abgetöteten Gewebe liegenden keine Reaktion. Ich komme p. 1162 auf diese Erscheinung zurück.

Zea Mais.

Von einer jungen Keimpflanze wurde der Stengel, 40 *cm* von der Lampe entfernt, 5 Stunden beleuchtet. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Epidermis und die drei bis fünf unmittelbar darunterliegenden Schichten des Rindenparenchyms kollabiert und getötet waren. Die Schattenseite war ganz frisch.

Hedera helix.

Weiter wurde noch untersucht der Stengel von *Hedera helix*, der von einer stark entwickelten Cuticula umgeben ist. Von vornherein sollte man erwarten, daß hier keine Schädigung eintreten würde; doch hat das Experiment dies nicht bestätigt. Schon makroskopisch zeigte der Stengel eine deutliche Bräunung an der beleuchteten Seite und mikroskopisch war zu konstatieren, daß die Epidermiszellen abgestorben waren und einen braunen Inhalt gebildet hatten.

C. Versuche mit Wurzeln.

Außerdem wurde die Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf einige Wurzeln studiert, doch lieferten diese Versuche wenig Auffallendes. Um einer Schädigung durch erhöhte Transpiration und Mangel an Feuchtigkeit gänzlich vorzubeugen, wurde die Bestrahlung unter Wasser vorgenommen.

Die Versuche von Courmont und Nogier demonstrieren sehr deutlich die gute Durchlässigkeit des Wassers auch für die äußersten ultravioletten Strahlen; überdies machte ich noch den Versuch, ein *Aucuba*-Blatt unter Wasser zu beleuchten und konstatierte auch jetzt wieder eine Schwärzung,

die durch bloßes Auflegen eines Deckgläschens verhindert wurde.

Zwar ist, wie auch aus den neueren Versuchen von Tian[1] hervorgeht, eine geringe Bildung von Wasserstoffsuperoxyd zu beobachten, aber die gebildete Quantität ist so gering, daß sie nach mehrfachen Untersuchungen auch für die bakterizide Wirkung ganz außer Betracht bleibt.[2]

Da übrigens die Schädigungen nur auf der dem Lichte zugewandten Seite auftreten, kann dieser Faktor ganz vernachlässigt werden.

Die Versuchsanordnung war wie folgt: Die zwischen feuchtem Papier zur Keimung gebrachten Samen wurden, nachdem deren Wurzeln eine Länge von etwa 4 bis 6 *cm* erreicht hatten, mit den Kotyledonen auf einem Objektträger befestigt; über einen Teil der Wurzel kam ein von vier Paraffinsäulchen gestütztes Deckgläschen, welches die Wurzel nirgends berührte. Bei einigen Objekten wurde die Wurzelspitze, bei anderen ein mittlerer Teil bedeckt. Die Bestrahlung dauerte meist 7 bis 9 Stunden; die Wurzeln wurden entweder sofort oder den nächsten Tag untersucht, nachdem sie zwischen feuchtem Filtrierpapier ins Dunkle gestellt worden waren.

Im allgemeinen konnte festgestellt werden, daß die Schädigungen an solchen ziemlich transparenten Geweben meist unerwartet gering waren. Daß die schädlichen Strahlen beträchtlich absorbiert werden, davon überzeugte ich mich, indem ich die Keimlinge auf ein *Aucuba*-Blatt legte und unter Wasser bestrahlte; ich bekam dann scharfe Schattenbilder der Keimlinge auf dem sonst geschwärzten Blatte.

Zea Mais.

Bei *Zea* beobachtete ich, daß die Haare und meistens auch die äußerste Schicht abgestorben war; eine tiefergehende Schädigung beobachtete ich niemals.

Die Würzelchen wuchsen vorzüglich weiter.

Oft bemerkte ich, daß einen Tag nach der Bestrahlung sich auf der beleuchteten Seite Anthokyan gebildet hatte, und zwar vorwiegend auf den geschützten Stellen. Das Anthokyan befand sich in tieferliegenden Schichten.

---

1 Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, *152*, 1012 (1911).

2 Man vergleiche z. B. Jesionek, l. c., p. 63.

Phaseolus multiflorus.

Bei *Phaseolus multiflorus* war die einzige auffallende Erscheinung eine Bräunung der Wurzeln an der beleuchteten Seite, die wahrscheinlich auf dem Absterben der äußersten Schichten beruhte. Das Resultat war hier aber, obwohl mehrere Versuche angestellt wurden, nicht ganz eindeutig.

Cucurbita Pepo.

Hier dagegen war das Absterben der äußersten Zellschicht sehr prägnant.

Verhalten verschiedener organischer Substanzen.

Wie die oben geschilderten Versuche mit Stengeln von *Phaseolus multiflorus* ergaben, waren Andeutungen für eine Zersetzung der Holzsubstanz unter dem Einflusse der ultravioletten Strahlen vorhanden. Um die Sache genauer zu verfolgen, mußte ein Objekt gewählt werden, wobei die verholzten Zellwände unmittelbar den Strahlen ausgesetzt waren. Als solches wurde in erster Linie Holzstoffpapier, und zwar gewöhnliches Zeitungspapier verwendet, es wurde auf eine Distanz von 20 *cm* bestrahlt und immer so, daß die eine Hälfte verdunkelt war. Nach 7 Stunden war mit der Phloroglucin-Salzsäurereaktion ein sehr beträchtlicher Unterschied in der Rotfärbung der beiden Hälften des Papiers zu bemerken. Das bestrahlte Papier hatte eine gelbe Farbe angenommen.

Nun hat Wiesner in zwei Abhandlungen »Über das rasche Vergilben des Papiers«[1] (im Gegensatz zu einer Vergilbung nach längerer Dauer = Humifikation) schon konstatiert, daß dieses rasche Vergilben durch die Einwirkung des Lichtes bedingt ist. Mit Hilfe der Senebier'schen Glocken konnte er schon feststellen, daß diese Wirkung speziell den stärker brechbaren Strahlen zukommt und daß infolgedessen die Wirkung des elektrischen Bogenlichtes die der Gasflamme sehr stark übertrifft.

Ein einfacher Versuch demonstriert aber, wie ich fand, daß eben auch den äußersten ultravioletten Strahlen diese Wirkung in hervorragendem Maße zukommt. Bestrahlt man

[1] Dingler's Polyt. Journal, *261*, 386 (1886); *266*, 181 (1887).

ein Stück Zeitungspapier, das teilweise von einer 2 *mm* dicken Glasplatte geschützt ist, dann ist nach 5 Stunden eine deutliche Abgrenzung sichtbar; der vom Glase geschützte Teil ist noch farblos, während der andere Teil schon stark vergilbt ist. In durch die Einwirkung der sichtbaren Strahlen stark vergilbtem Papier fand Wiesner, daß die Phloroglucin-Salzsäurereaktion stark zurückgegangen und die Koniferinreaktion (Blaufärbung mit Phenol, Kaliumchlorat und Salzsäure) sogar verschwunden war.

Indem ich Zeitungspapier auf beiden Seiten je 30 Stunden bestrahlte, bekam ich einen Grad der Vergilbung, wobei beide Reaktionen ganz versagten, während die bedeckt gebliebenen Kontrollhälften eine starke Reaktion gaben. Unter dem Mikroskop betrachtet, war der Unterschied sehr auffallend.

Daß in der Tat ein Verschwinden der die Holzstoffreaktion hervorrufenden Substanzen eingetreten war und die Reaktion nicht durch irgendeine neugebildete Substanz verhindert wurde, geht wohl hieraus hervor, daß das Papier, mit Chlorzinkjod behandelt, mikroskopisch deutlich violette Stellen aufwies, mithin die Zellwand an einzelnen Stellen von der inkrustierenden Substanz befreit war und die reine Zellulosereaktion gab.

Ähnliche Beobachtungen konnte ich bei längerer Bestrahlung (etwa 50 Stunden) eines Holzspanes (*Pinus silvestris*) anstellen. Auch hier trat eine oberflächliche Vergilbung ein; machte man jetzt einen dünnen Schnitt von dieser Oberfläche, dann konnte man mit Phloroglucin und Salzsäure keine Rotfärbung mehr erzielen. An der Grenze einer vergilbten Stelle zeigte sich, daß die eine Hälfte einer Faser noch rot gefärbt wurde, während die andere Hälfte nicht mehr reagierte. Auch hier bekam man mit Chlorzinkjod an den ganz frei dem Lichte ausgesetzten Wänden eine deutliche violette Farbe.

Bei Hollundermark, das vorher eine deutliche Reaktion zeigte, genügte eine Bestrahlung von 24 Stunden, um die Holzstoffreaktion, allerdings auch nur an der Oberfläche, zu verhindern.

Nach den Untersuchungen von Wiesner, Singer und speziell auch nach den neueren Untersuchungen von Grafe[1] ist es äußerst wahrscheinlich, daß die Rotfärbung mit Phloroglucin und Salzsäure auf das im Holze (nach Grafe) mit der Zellulose in ätherartiger Bindung stehende Vanillin, die Blaufärbung mit Phenol, Kaliumchlorat und Salzsäure auf Koniferin zurückzuführen ist. Wie aber auch Molisch[2] bei der Beschreibung seines neuen Koniferinreagenzes bemerkt, zeigen künstlich dargestellte »Koniferin- und Vanillinpapiere« die Reaktionen niemals so scharf wie gewöhnliches Holzstoffpapier.

Da aus dem Verhalten des Zeitungspapiers mit Wahrscheinlichkeit hervorgeht, daß das Vanillin von den ultravioletten Strahlen zersetzt wird, stellte ich mir ein künstliches Vanillinpapier durch Tränken reinen schwedischen Filtrierpapiers in einer alkoholischen Vanillinlösung dar. Dieses wurde nun mit der bereits auf p. 1145 erwähnten »Lichtschablone« bedeckt, dann bestrahlt und nach 30 Stunden zeigte sich das Wort Licht in tiefgelben Buchstaben auf dem weißen Papier. Zwar bekam man (wahrscheinlich durch das Auslösen des Vanillins aus tieferen Schichten) noch eine rote Farbe mit Phloroglucin-Salzsäure, aber die Vergilbung ist ohne weiteres ein Beweis dafür, daß das Vanillin jedenfalls teilweise irgendeine Umlagerung erfuhr. Daß hier die äußersten ultravioletten Strahlen wieder die bedeutendste Rolle spielen, wurde bewiesen durch die deutlich bemerkbare, allerdings nicht absolut schützende Wirkung eines gewöhnlichen Objektträgers. Selbstverständlich wurde noch festgestellt, daß das Filtrierpapier allein unter denselben Bedingungen keine Vergilbung zeigt. Doch konnte man hier bei genauerem Zusehen doch das Wort »Licht« und die Abgrenzung der Schablone erkennen. Ich überzeugte mich, daß die Zellulosereaktion mit ungeschwächter Intensität auftrat, daß aber die sehr schwache Stärkereaktion — die Papiere sind bekanntlich oft mit Stärke geleimt — verschwunden war. Ein Stück-

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. CXIII (1904).

[2] Ber. Deutsch. Bot. Ges., IV, 301 (1886).

chen, das teilweise bedeckt gewesen war, zeigte deutlich nach Behandlung mit Jodwasser eine farblose und eine blaue, scharf getrennte Hälfte. Diese Tatsache kam mir wichtig genug vor, um genauer verfolgt zu werden. Ich stellte mir darum ein stärkereicheres Papier dar, indem ich das Filtrierpapier mit einer Lösung von wasserlöslicher Stärke (Kahlbaum) tränkte. Nach längerer Bestrahlung (50 Stunden) war das Wort »Licht« wieder deutlich gelb hervorgetreten; die ganz weiße Stelle unter dem Objektträger demonstrierte deutlich die Wirkung der äußersten ultravioletten Strahlen. Ein Stückchen Papier, das teilweise bedeckt, teilweise bestrahlt war, zeigte einen erheblichen Unterschied bei der Reaktion mit Jodwasser, besonders beim Eintrocknen wurde dies sehr deutlich.

Ich glaube, aus diesen Versuchen schließen zu können, daß die Stärke bei der ultravioletten Bestrahlung zersetzt wird, und will nur noch erwähnen, daß auch Wiesner, wie ich später fand, beim Vergilben des Papiers eine Abnahme der Stärke feststellte.

Es schien mir wünschenswert, Stärkekörner der Bestrahlung auszusetzen und nachzusehen, ob auch hier Änderungen eintreten. Zu diesem Zwecke wurde Kartoffel-, respektive Maisstärke mit einem Pinsel in sehr dünner Schicht auf einigen Objektträgern ausgebreitet. Ein Teil wurde offen und ein Teil unter einem Deckgläschen unter der Lampe in einer Distanz von 15 *cm* aufgestellt und während 8 Stunden bestrahlt. Ein daselbst befindliches berußtes Thermometer zeigte am Ende des Versuches als höchste Temperatur 42° C.

Hierauf wurden die Körner mikroskopisch untersucht, ein großer Teil zeigte viele Risse und Spalten, die wahrscheinlich der Austrocknung zuzuschreiben waren. Diese Risse waren auch bei den Körnern unter dem Deckgläschen aufzufinden, allerdings in geringerem Maße. Die Reaktion mit Jodwasser rief noch eine deutliche Blaufärbung hervor, was bei der Empfindlichkeit dieser Reaktion kaum verwundern kann. Ich überzeugte mich aber, daß in allen Fällen, wo die Stärkekörner offen bestrahlt wurden, eine sehr merkbare Reduktion der Fehling'schen Lösung eintrat, während ich dies bei unbestrahlten Körnern niemals und bei den vom Deckglase geschützten nur spurenweise konstatieren konnte. Jetzt wurde noch untersucht, ob vielleicht die Temperatur-

erhöhung auf 40° C. hierfür verantwortlich gemacht werden könnte. Zu diesem Zwecke erhitzte ich die Kartoffel- und Maisstärke unter genau denselben Bedingungen in einem Trockenschranke während 8 Stunden auf 40 bis 50° C.; ich konnte aber weder eine erhebliche Spaltung der Körner noch eine Reduktion der Fehling'schen Lösung beobachten und glaube demnach, für das Auftreten der reduzierenden Substanzen bei der Bestrahlung der Stärke das Licht als einen maßgebenden Faktor betrachten zu müssen.

Wenn man die Fülle der von den ultravioletten Strahlen hervorgerufenen synthetischen sowohl als zersetzenden Reaktionen betrachtet, so braucht diese Tatsache nicht zu überraschen, denn sie ist nur ein neues Beispiel für die nach den Untersuchungen von Berthelot und Gaudechon so verbreitete Erscheinung der »Photolyse«.[1]

Ich möchte zum Schlusse noch darauf hinweisen, daß es sehr wichtig wäre, sämtliche mitgeteilten Versuche in reinem ultravioletten Lichte oder, wie Bonnier und Mangin richtig sagen, »dans l'obscurité ultraviolette« zu wiederholen.

Besonders die erwähnten Versuche von Hertel, der beim Experimentieren im Lichte von 280 $\mu\mu$ Wellenlänge bei chlorophyllhaltigen Organismen eine deutliche Hemmung der Schädigung durch weißes Licht beobachtete, machen es wahrscheinlich, daß durch Ausschaltung der sichtbaren Strahlen aus dem Lichte der Quecksilberdampflampe und durch Unterdrückung der Assimilation die Resultate ausgesprochener sein werden.

Zu diesem Zwecke wird man sich der sogenannten »Ultraviolettfilter« bedienen müssen; mir sind aus der Literatur zwei solche bekannt: erstens das tief blauschwarz gefärbte Steinsalz, das Thiele und Wolf[2] bei ihren Versuchen benutzten, das aber sehr selten ist; und zweitens die 1903 von R. W. Wood[3] empfohlene Dimethylnitrosoanilinlösung, die,

[1] Neulich fand ich, daß auch Massol bei der fortgesetzten Bestrahlung einer verdünnten wässerigen Stärkelösung ein Verschwinden der Stärkereaktion und das Auftreten reduzierender Substanzen konstatierte. Comptes rendus de l'Acad. des Sc. de Paris, *152*, 902 (1911).

[2] L. c.

[3] Phil. Mag. (6), *5*, 257 (1903).

kombiniert mit einer ammoniakalen Kupfersulfatlösung (beide in Quarzgefäßen), sehr gute Dienste leisten soll.

Der Kürze der Zeit wegen konnte ich leider die Untersuchungen mit Ultraviolettfiltern nicht selbst durchführen, ich würde mich aber freuen, wenn diese Zeilen die Anregung zu einer solchen Arbeit geben würden oder wenn ich später Gelegenheit fände, sie selbst auszuführen.

Nach Beendigung dieser Arbeit erhielt ich eine neue Publikation von J. Stoklasa »Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die Vegetation«.[1]

Da sie schon nach Abschluß meines Manuskriptes in meine Hände gelangte, konnte ich sie nicht eingehend berücksichtigen. Ich möchte nur folgendes bemerken:

Bestätigen kann ich die Beobachtung, daß die äußersten (von einer 2 *cm* dicken Glasschicht absorbierten) ultravioletten Strahlen bei etiolierten Keimlingen von *Zea Mais* die Chlorophyllbildung nicht merkbar beeinflussen.

Auch in betreff der Beständigkeit einer Rohchlorophyllösung im Lichte der Quecksilberlampe stimmen unsere Beobachtungen überein.

Um aber einwandfreie Resultate über Chlorophyllbildung im ultravioletten Lichte zu erhalten, wird man wohl zu Versuchen mit den vorhin erwähnten Ultraviolettfiltern greifen müssen.

Was schließlich die Anschauungen des Verfassers über den Chemismus des Assimilationsprozesses betrifft, so kann ich meine seiner früheren Abhandlung p. 1142 entgegengebrachten Bedenken aufrecht erhalten.[2]

III. Zusammenfassung.

1. Das Licht einer Quecksilberdampfquarzlampe übt auf verschiedene höhere Pflanzen eine schädigende Wirkung aus.

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. CXX (1911).

[2] Nach Absendung dieses Manuskriptes erschien noch eine weitere Abhandlung Stoklasa's (Über den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf die

2. Diese schädigende Wirkung ist auf die Anwesenheit von ultravioletten Strahlen mit einer Wellenlänge weniger als 300 $\mu\mu$ zurückzuführen. Ein 0·2 *mm* dickes Glasplättchen, das diese Strahlen fast gänzlich absorbiert, genügt, um eine Schädigung zu verhüten.

3. Entgegen der Annahme Schulze's liegt kein Grund vor, bei den Pflanzen besondere Einrichtungen als Schutz gegen eine direkt schädliche Wirkung des ultravioletten Abschnittes des Sonnenlichtes anzunehmen, weil die Strahlen, die eine solche verursachen, in dem von der Atmosphäre durch Absorption modifizierten Sonnenlichte nicht vorkommen.

4. Die schädliche Wirkung der Strahlen mit einer Wellenlänge weniger als 300 $\mu\mu$ beschränkt sich in allen untersuchten Fällen bei Blättern fast ausschließlich auf die Epidermis; bei den Stengeln und Wurzeln finden bisweilen tiefer gehende Schädigungen statt.

5. Die Wirkung ist jedenfalls in der ersten Zeit nach der Bestrahlung streng auf die bestrahlten Zellen lokalisiert.

6. Das Anthokyan zeigt sich im allgemeinen dem ultravioletten Lichte gegenüber unempfindlich; nur bei der Bestrahlung der Blattunterseite von *Begonia discolor* verschwindet gleichzeitig mit dem Absterben der Epidermiszellen das Anthokyan.

7. Die ultravioletten Strahlen üben keine oder eine jedenfalls nur geringe zerstörende Wirkung auf das Chlorophyll aus. Obgleich die Strahlen mit einer Wellenlänge < 300 $\mu\mu$ nicht bis ins Blattparenchym eindringen, ist dies für Strahlen mit größerer Wellenlänge nicht ausgeschlossen, doch konnte eine Zerstörung des Chlorophylls in den Chromatophoren niemals beobachtet werden.

8. In einzelnen Fällen, wo von Stahl schon die stark absorbierende Wirkung der Cuticula für den violetten Teil des Sonnenspektrums hervorgehoben wurde, genügt diese sogar, um schon die Epidermiszellen vor der schädlichen Wirkung zu schützen (*Nerium oleander*; ältere Nadeln von *Taxus baccata*).

Vegetation, Zentralblatt für Bakteriologie etc., 31. Bd., 1911, p. 477), die sich zum Teil auch mit Fragen beschäftigt, die von mir behandelt worden sind. Es war mir aber leider nicht mehr möglich, darauf einzugehen.

9. Die Blätter von *Mimosa pudica* werden durch die Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte in die Reizstellung übergeführt.

10. Bei Zellen mit verholzten Wänden wird durch die Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte die Holzsubstanz, wie dies Wiesner auch für das Tageslicht gezeigt hat, zerstört und dies hat in einzelnen Fällen zur Folge, daß die Wände eine deutliche Zellulosereaktion zeigen. Vanillin, das nach verschiedenen Angaben für die eigentlichen Holzreaktionen verantwortlich gemacht wird, unterliegt bei Bestrahlung ebenfalls einer Zersetzung.

11. Bei der Bestrahlung von stärkehaltigem Papier kann eine deutliche Abnahme der Stärkequantität festgestellt werden. Verwendet man Stärkekörner, so kann man die Bildung reduzierender Substanzen nachweisen.

Schließlich ist es mir ein aufrichtiges Bedürfnis, an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Hans Molisch für die große Bereitwilligkeit, womit er mir einen Platz in seinem Institut verliehen hat und vor allem für die vielfältige Förderung meiner Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Auch den Herren Adjunkten Priv. Doz. Dr. Oswald Richter und Assistent Dr. Valentin Vouk danke ich vielmals für die Unterstützung, die ich während meines ganzen Aufenthaltes im Institut gefunden habe.

Tafelerklärung.

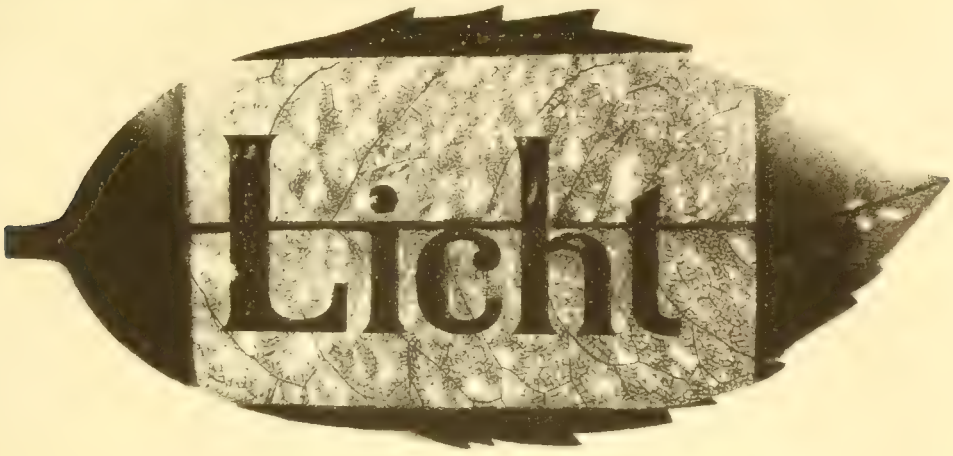
Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch ein Blatt von *Aucuba japonica* nach etwa sechsstündiger Beleuchtung auf eine Distanz von 35 *cm* vom Quarzrohr. Man sieht ganz das normale Bild, nur hebt sich die obere Epidermis durch den braunen Inhalt der getöteten Zellen scharf von dem ganz intakten übrigen Teile ab.

Fig. 2 zeigt eine im durchfallenden Lichte aufgenommene Photographie eines Blattes von *Aucuba japonica*, das mit einer Blechschablone, in der das Wort Licht ausgestanzt war, während der Bestrahlung bedeckt war.

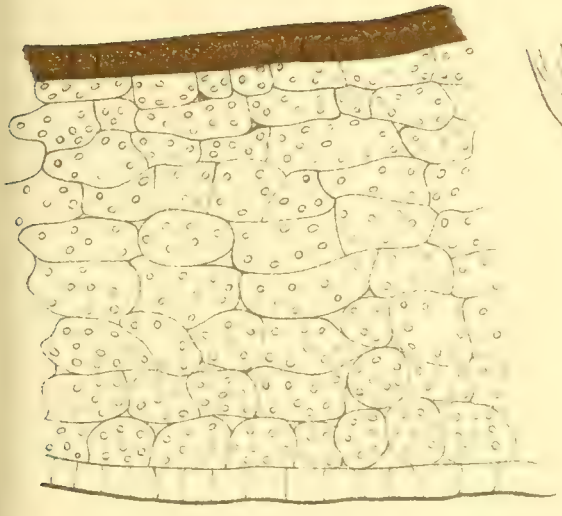
Fig. 3 stellt eine an der Unterseite beleuchtete einjährige Nadel von *Taxus baccata* dar. Wie ersichtlich, sind die Zellen der unteren Epidermis geschrumpft und haben einen gefärbten Inhalt; nur die Ränder sind unverletzt. Die übrigen Teile der Nadeln sind ganz unbeschädigt.

Fig. 4 zeigt einen Querschnitt einer Partie eines Stengels von *Phaseolus multiflorus*. An der beleuchteten Seite ist die Rinde gänzlich kollabiert, während die beschattete Seite ganz intaktes, turgeszentes Parenchym aufweist.

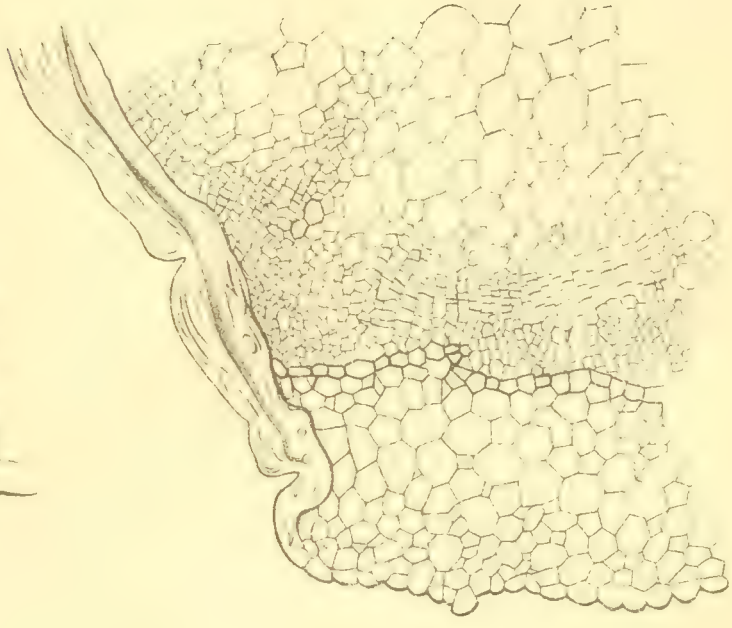
Die drei Zeichnungen sind alle mit dem Abbe'schen Zeichenapparat entworfen.



2.



1.



4.

3.

Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss., math. naturw. Klasse, Bd. CXX. Abt. III. 1911.

Beiträge zur Kenntnis der Fischfauna des Tanganyikasees und des Kongogebietes

von

Dr. **Franz Steindachner,**

w. M. k. Akad.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Dezember 1911.)

Bathybates graueri n. sp.

(Taf. 1.)

D. 15—16/12—11. A. 3/14. Länge des Auges bedeutend größer als die Breite des Interorbitalraumes. 12 bis 13 Rechenzähne am unteren Aste des vordersten Kiemenbogens.

Größte Rumpfhöhe $3^1/_3$- bis $3^2/_5$mal, Kopflänge $2^1/_2$mal in der Körperlänge (mit Ausschluß der Schwanzflosse), Länge der Schnauze $2^3/_7$- bis $2^1/_2$mal, Breite des Interorbitalraumes $7^1/_7$- bis $8^1/_7$mal in der Kopflänge, bei jüngeren Individuen $1^6/_7$mal, bei älteren von 17 *cm* Länge (ohne C.) 2mal in der Augenlänge, letztere $1^2/_5$- bis $1^3/_3$mal in der Schnauzenlänge und etwas mehr als $3^3/_5$- bis 4mal in der Kopflänge, Länge der Mundspalte $2^5/_7$- bis $2^4/_5$mal in der Kopflänge, Höhe des Schwanzstieles $3^1/_2$- bis nahezu 4mal in der Körperlänge und $1^1/_7$- bis $1^2/_3$mal in der Länge des Schwanzstieles, letztere mehr als $2^1/_3$mal in der Kopflänge enthalten.

Die obere Profillinie ist kaum gebogen, das hintere Ende des Maxillare fällt in vertikaler Richtung vor den Vorderrand des Auges.

Die Zahnbinde des Zwischenkiefers trägt zuvorderst 4, weiter zurück 3 und zuletzt 2 Reihen spitzer Zähne, die verhältnismäßig länger als die des Unterkiefers sind. Das hintere

Endstück des Zwischenkiefers wird bei geschlossenem Munde nicht vollständig von dem großen Präorbitale überdeckt, welches ebenso hoch wie lang ist. Wangenschuppen klein, in zirka 7 Längsreihen.

Die Rückenflosse ist am oberen Rande über den letzten Stacheln nicht eingebuchtet und der letzte Dorsalstachel ist nur unbedeutend länger als der vorangehende.

Der obere Ast der Seitenlinie durchbohrt 56 bis 60, der untere Ast 31 bis 43 Schuppen. 6 bis 7 Schuppen liegen zwischen der Basis des ersten Dorsalstachels und der oberen Seitenlinie in einer vertikalen Reihe.

Brustflossen lang, zugespitzt, bis zur Analmündung zurückreichend und zirka $^{2}/_{3}$mal so lang wie der Kopf. Die Länge der Ventralen gleicht einer halben Kopflänge.

5 Längsreihen grauvioletter, an den Rändern verschwommener Flecken an den Seiten des Rumpfes. Die Flecken der obersten Reihe sind weitaus größer als die der übrigen Reihen und zugleich intensiver gefärbt als letztere. Die vorderen 4 bis 5 Flecken sämtlicher Reihen sind durch minder dunkle Querbinden miteinander vereinigt; die folgenden Flecken der einzelnen Reihen fließen mehr oder minder vollständig zu Längsbinden zusammen, von denen die unterste am schmälsten und zuweilen nur schwach angedeutet ist.

Der obere Rand des stacheligen Teiles der Rückenflosse ist intensiv violett gesäumt. Längs über der Höhenmitte der ganzen Dorsale liegt eine ziemlich breite, scharf abgegrenzte, bräunlichviolette Längsbinde, welche parallel zum oberen Flossenrande hinzieht; nahe über der Flossenbasis endlich ist zuweilen eine zweite dunkle, doch minder scharf hervortretende Längsbinde entwickelt, welche aber in dem gliederstrahligen Teile der Flosse allmählich nach oben und hinten ansteigt. 1 bis 2 mehr minder große, verschwommene, violette Flecken am Kiemendeckel. Wangen ungefleckt. Verbindungshaut der Kiemenstrahlen vollständig oder teilweise intensiv grauviolett gefärbt.

D. 15—16/11—12. A. 3/14. L. l. 56—60/31—43. L. tr. 6—7/1/zirka 20 (zur V.). 4 Exemplare, 15·5 bis 20·2 *cm* lang (mit Einschluß der Schwanzflosse, am oberen westlichen Ende

des Tanganyika von Herrn Grauer gesammelt. Durch die konstant geringe Zahl der Gliederstrahlen in der Dorsale und Anale und die bedeutendere Größe der (unregelmäßig gelagerten) Rumpfschuppen unterscheidet sich die hier beschriebene Art von den bisher bekannten (3) Arten der Gattung *Bathybates;* durch die geringe Breite des Interorbitalraumes im Verhältnis zur Augenlänge und in der Zahl der Rechenzähne nähert sie sich mehr dem *Bathybates ferox* als dem *B. fasciatus.*

	Maße in Millimeter		
Totallänge	202	168	155
Körperlänge	170	145	124—126
Größte Rumpfhöhe	51	$42^1/_2$	32
Höhe des Schwanzstieles	17	15	14
Länge des Schwanzstieles	28	25	22
Kopflänge	66	57	48— 49
Schnauzenlänge	27	23	21
Länge der Mundspalte	24	21	19
Länge des Auges	18	16	13
Interorbitalbreite	9	7	7

Bathybates horni n. sp.

(Taf. 2.)

D. 14/14. A. 3/17. Breite des Interorbitalraumes der Augenlänge nachstehend. Nur 9 Rechenzähne am unteren Aste des ersten Kiemenbogens, Körperform gestreckt, obere Profillinie der Schnauze kaum gebogen. Vorderes Ende des Unterkiefers vorspringend wie bei allen übrigen *Bathybates*-Arten. 3 Zahnreihen vorne im Zwischenkiefer. Letzterer in seinem hinteren Teile bei geschlossenem Munde nicht vollständig von dem Präorbitale überdeckt, welches merklich länger als hoch ist. Vordeckelwinkel gerundet, einem rechten Winkel gleich.

Bei einer Totallänge von 24·1 *cm* mit Einschluß der Caudale oder 19·9 *cm* ohne diese Flosse ist die größte Rumpfhöhe $4^1/_3$ mal, die Kopflänge nahezu $2^8/_9$ mal in der Körper-

länge (ohne Caudale), der längere Durchmesser des Auges $3^7/_9$ mal in der Länge des Kopfes und $1^3/_5$ mal in der Schnauzenlänge, letztere $2^3/_7$ mal, die Länge der Mundspalte $2^3/_8$ mal, die Breite des Interorbitalraumes etwas mehr als 5 mal in der Kopflänge und zirka $1^2/_5$ mal in der Augenlänge, die Höhe des Schwanzstieles 4 mal in der Kopflänge und $2^1/_{11}$ mal in der Länge des Schwanzes, letztere nahezu $1^6/_7$ mal, die Länge der stark zugespitzten Brustflossen $1^3/_7$ mal, die der Ventralen $1^7/_{10}$ mal in der Kopflänge enthalten.

Zirka 9 Schuppenreihen auf den Wangen, 11 bis 12 Schuppen in einer vertikalen Reihe zwischen der Basis des ersten Dorsalstachels und der oberen Seitenlinie, zirka 27 bis 28 zwischen letzterer und der Basis der Ventralen. Der obere Ast der Seitenlinie durchbohrt zirka 80, der untere zirka 47 Schuppen.

Die Dorsale wird von 14 schlanken Stacheln und 14 Gliederstrahlen, die Anale von 3 Stacheln und 17 Gliederstrahlen ähnlich wie bei *Balhybates ferox* gebildet. Der letzte Dorsalstrahl ist nur wenig länger als der vorletzte.

4 intensiv braune Querbinden an den Seiten des Kopfes, die 2 vordersten liegen an den Wangen unter dem Auge, die dritte, etwas schmälere und minder scharf ausgeprägte Binde am aufsteigenden Rande des Vordeckels, die vierte am Kiemendeckel. Diese Querbinden nehmen gegen die hinterste ziemlich rasch an Höhe zu. Auf der linken Kopfseite ist bei dem mir vorliegenden Unikum noch eine fünfte kurze Querbinde vor den übrigen 2 Wangenbinden angedeutet.

Eine Reihe großer, intensiv brauner Flecken liegt zwischen dem oberen Aste der Seitenlinie der Rückenlinie des Rumpfes; hinter dem Basisende der Dorsale nehmen diese Flecken an Größe allmählich ab und fließen zugleich der Länge nach zusammen. Die auf diese Reihe nach unten folgenden 3 Fleckenreihen fließen quer über zu 14, gleichfalls intensiv braunen, scharf abgegrenzten, schmalen Querbinden zusammen, die in der hinteren, kleineren Rumpfhälfte an Höhe abnehmen, dagegen allmählich ein wenig breiter werden.

Der obere Rand der Dorsale ist seiner ganzen Länge nach dunkel gerandet; zunächst über der Basis der Dorsale zieht sich eine stellenweise unterbrochene, nicht sehr deutlich hervor-

tretende dunkle Längsbinde hin, die auf dem gliederstrahligen Teile der Dorsale schräge nach hinten ansteigt.

Die Schwanzflosse ist am hinteren Rande tief dreieckig eingebuchtet, die mittleren Strahlen derselben sind zirka $2^1/_2$-mal kürzer als die längsten Randstrahlen.

Der Rumpfzeichnung nach stimmt *Bathybates hornii* am meisten mit *B. fasciatus* Blgr. überein, doch sind die dunklen Querbinden viel zahlreicher und schmäler als bei letztgenannter Art. Der Interorbitalraum steht ferner an Breite der Länge des Auges bedeutend nach (wie bei *B. ferox*) und die Zahl der Rechenzähne am unteren Aste des ersten Kiemenbogens ist viel geringer als bei sämtlichen bisher bekannten *Bathybates*-Arten (9 gegen 13 bis 19).

	Maße in Millimeter und Schuppenzahl
Körperlänge (ohne C.)	119
Kopflänge	68
Größte Rumpfhöhe	46
Höhe des Schwanzstieles	17
Länge des Schwanzstieles	36½
Länge des Auges	18
Breite des Interorbitalraumes	13
Länge der Schnauze	28
Länge der Mundspalte	25
Länge der Pectorale	47
Länge der Ventrale	40
Schuppen der Seitenlinien	zirka 80/47
Schuppen längs der Höhenmitte des Rumpfes	zirka 75

Bathybates fasciatus Blgr.

Von dieser Art besitzt das Wiener Museum zwei Exemplare von 39·7 und 23·4 *cm* Länge mit Einschluß der Schwanzflosse aus der Sammlung Horn und Grauer. Bei beiden Exemplaren liegen am unteren Aste des ersten Kiemenbogens nur 16 bis 17 Rechenzähne. Bei dem kleineren Exemplare ist der Längsdurchmesser des Auges (1·4 *cm*) nur wenig kleiner

als die Breite des Interorbitalraumes (1·5 *cm*), bei dem größeren dagegen die Augenlänge zirka $1^1/_6$mal größer als die Stirnbreite.

Die Länge des Kopfes ist bei dem größeren Exemplar etwas mehr als $3^1/_{10}$mal, bei dem kleineren nahezu $2^8/_9$mal, die größte Rumpfhöhe bei ersterem $4^2/_3$mal, bei letzterem $4^1/_2$mal in der Körperlänge mit Ausschluß der Schwanzflosse, die Länge des Auges bei dem kleineren Exemplare $3^7/_9$mal, bei dem größeren $4^1/_2$mal, die Breite des Interorbitalraumes bei dem ersteren 4mal, bei letzterem nur $3^1/_5$mal, die Schnauzenlänge $2^2/_9$- bis $2^3/_{11}$mal, die Länge der Mundspalte etwas weniger als $2^2/_3$- bis $2^1/_3$mal, die Länge der Pectorale $1^3/_5$- bis nahezu $1^4/_5$mal, die der Ventrale $2^2/_5$- bis 3mal in der Körperlänge (ohne C.), die Höhe des Schwanzstieles bei dem kleineren Exemplar zirka $2^1/_2$mal, bei dem größeren fast 2mal in der Länge des Schwanzstieles und 4mal in der Kopflänge, die Länge des Schwanzstieles $1^1/_7$- bis nahezu $1^4/_5$mal in der Kopflänge enthalten.

Die hintere Längenhälfte des Zwischenkiefers wird bei geschlossenem Munde von dem Präorbitale vollständig überdeckt, welches nicht unbedeutend länger als hoch ist. Vordeckelwinkel bei dem kleineren Exemplare einem rechten gleich, bei dem größeren Individuum aber etwas größer.

10 bis 11 Schuppenreihen auf den Wangen. Bei dem kleineren Exemplar erstreckt sich die obere Seitenlinie bis zur Basis der Schwanzflosse, bei dem größeren endigt sie bereits vor der Längenmitte des Schwanzstieles. Bei beiden Exemplaren enthält die Dorsale 17 Stacheln und 17 Gliederstrahlen, die Anale 3 Stacheln und 17 Gliederstrahlen.

In Körperzeichnung stimmt das größere Exemplar genau mit Dr. Boulenger's Abbildung von *B. fasciatus* (Transact. of the Zool. Soc. London, vol. XVI, pl. XVII) überein. Die vor dem Beginn des gliederstrahligen Teiles der Dorsale befindlichen dunkelgrauvioletten Flecken der Rumpfseiten fließen zu 8 breiten Querbinden vollständig zusammen, während die folgenden sich zu Längsbinden vereinigen. Bei dem kleineren Exemplar sind die Flecken minder intensiv gefärbt, die der 2 unteren Reihen

nur angedeutet und auf den Querbinden sind die einzelnen Flecken deutlich unterscheidbar.

Bathybates ferox Blgr.

2 Exemplare mit Ausschluß der Schwanzflosse 24·1 und 25·3 *cm* lang. 14 bis 15 Rechenzähne am unteren Aste des ersten Kiemenbogens, Breite des Interorbitalraumes $1^1/_2$- bis $1^2/_3$mal in der Länge des Auges enthalten. D. 14 16. A. 3 17. Zirka 10 bis 11 Schuppenreihen zwischen der Basis des ersten Dorsalstachels und der oberen Seitenlinie in einer vertikalen Reihe.

Größte Rumpfhöhe nahezu $3^2/_3$- bis 4mal, Kopflänge $2^6/_7$- bis $2^7/_9$mal in der Körperlänge (ohne C.), Schnauzenlänge nahezu $2^2/_3$- bis etwas mehr als $2^1/_3$mal, Länge der Mundspalte $2^2/_3$- bis $2^6/_7$mal, Augendurchmesser durchschnittlich 4mal, Breite des Interorbitalraumes $6^1/_2$- bis etwas mehr als 6mal, Länge des Schwanzstieles nahezu $2^2/_3$- bis etwas mehr als $2^1/_3$mal in der Kopflänge, Höhe des Schwanzstieles zirka $1^1/_2$-mal in dessen Länge enthalten. Präorbitale ebenso hoch wie lang.

Der obere Ast der Seitenlinie durchbohrt zirka 72, der untere 38 Schuppen. 4 bis 5 Längsreihen dunkler Flecke an den Seiten des Rumpfes, die Flecken der oberen Reihe sind am größten und deutlich ausgeprägt, die Flecken der übrigen mehr minder schwach angedeutet, namentlich die der 2 unteren Reihen, und fließen zu Längsbinden oder Längsstreifen zusammen.

	Maße in Millimeter	
Totallänge	285	300
Körperlänge	242	256
Kopflänge	85	92
Größte Rumpfhöhe	65	64
Höhe des Schwanzstieles	24	26
Länge desselben	41	40
Länge der Mundspalte	32	$36^1/_2$
Länge der Schnauze	37	40
Länge des Auges	22	23
Breite des Interorbitalraumes	13	15

Chrysichthys graueri n. sp.

(Taf. 3.)

Größte Rumpfhöhe zirka $5^3/_5$- bis 5mal, Kopflänge 3mal in der Körperlänge mit Ausschluß der Schwanzflosse enthalten. Kopf mäßig deprimiert, zirka $1^1/_3$- bis $1^1/_2$mal länger als breit, an der Oberseite, in der Stirngegend und seitlich in der Hinterhauptsgegend grob radienförmig gestreift, ebenso der Kiemendeckel an der Außenseite; Rest des Kopfes dick überhäutet. Occipitalfortsatz schmal, zirka $1^1/_2$mal länger als breit (zunächst seiner Basis), bis zum Interneuralschild reichend, welcher gegen den Beginn der Dorsale allmählich ein wenig an Breite zunimmt und an der Basis derselben sich gabelig spaltet. Schnauze mit breitem, nur wenig gebogenem Vorderrande, den Rand des Unterkiefers schwach überragend, $^2/_5$- bis $^3/_5$mal so lang wie der Kopf und $2^1/_2$mal länger als das Auge, dessen Längsdurchmesser $5^1/_2$- bis 6mal in der Kopflänge und zirka $1^2/_3$mal in der Breite der knöchernen Teile des Interorbitalraumes oder zirka $2^1/_5$mal in der Entfernung der häutigen oberen Augenränder voneinander enthalten ist. Mundbreite $1^4/_7$- bis $1^4/_5$mal, Länge der sehr schwach gebogenen Zahnbinde im Zwischenkiefer $1^5/_6$- bis etwas mehr als 2mal in der Kopflänge enthalten. Zwischenkieferbinde $7^4/_7$- bis $6^1/_4$mal länger als breit. Vomer- und Pterygoidzähne sehr zart und dicht aneinander gedrängt, eine schmale Binde bildend (schmäler als bei *Chrysichthys brachynema*) und vorne in der Mitte unterbrochen; der dem Vomer angehörige Teil zirka $^1/_3$mal so breit als die Zahnbinde des Zwischenkiefers an ihrer breitesten Stelle und etwas schmäler als der durch eine schwache Einschnürung oder seichte Furche von ihm getrennte Teil der Zahnbinde an den Seiten des Gaumens. Nasalbarteln etwas länger als das Auge; Maxillarbarteln an Länge variabel, zirka $1^2/_3$ bis $2^1/_4$mal in der Kopflänge enthalten und mit ihrer Spitze höchstens bis zur Basis des Pectoralstachels zurückreichend. Äußere Mandibularbarteln etwas mehr oder weniger als 2mal so lang wie die inneren und zirka $3^1/_3$ bis etwas mehr als 3mal in der Kopflänge enthalten. 10 Rechenzähne am unteren Aste des ersten Kiemenbogens.

D. I. 6. Der Abstand der Dorsale von der Basis der Schwanzflosse ist $1^{3}/_{7}$ mal länger als ihre Entfernung von dem vorderen Schnauzenende. Dorsalstachel kurz, kräftig, am hinteren Rande gezähnt; der steife Teil desselben ist 3- bis $3^{1}/_{4}$ mal, der höchste Gliederstrahl der Dorsale zirka 2 mal, die Länge der wulstigen Fettflosse $2^{5}/_{6}$- bis nahezu 3 mal in der Kopflänge enthalten. Der Abstand der Fettflosse von der Basis des letzten Dorsalstrahles ist zirka $2^{1}/_{5}$- bis $2^{1}/_{3}$ mal größer als Länge ihrer Basis und $1^{3}/_{11}$- bis mehr als $1^{1}/_{2}$ mal in der Kopflänge enthalten. Die Basislänge der strahligen Dorsale steht bei dem größeren Exemplar unserer Sammlung von 31·6 *cm* Länge der der Fettflosse ein wenig nach und gleicht derselben bei dem kleineren Exemplar von 29 *cm* Länge (exklusive C.).

Pectoralstachel sehr kräftig, deprimiert, am inneren Rande mit starken Hakenzähnen dicht besetzt. Die Länge der Pectorale ist $1^{2}/_{3}$- bis $1^{5}/_{7}$ mal, die der Ventrale $2^{1}/_{5}$ mal in der Kopflänge enthalten. Die Zahl der Analstrahlen beträgt 13 bis 14, von denen 8 bis 9 gespalten sind. Die Basislänge der Anale übertrifft nur wenig die der Fettflosse. Der untere Lappen der Schwanzflosse ist ein wenig länger als der obere und zirka $1^{2}/_{3}$ mal in der Kopflänge, die Länge der mittleren Caudalstrahlen $2^{2}/_{5}$- bis $2^{1}/_{2}$ mal in der größten Flossenlänge enthalten. Die Höhe des Schwanzstieles gleicht $^{2}/_{3}$ seiner Länge.

2 Exemplare aus dem Tanganyika, am Ende des nordwestlichen Ufers von Herrn Grauer gesammelt.

	Maße in Millimeter	
Totallänge	358	376
Körperlänge (ohne C.)	290	316
Größte Rumpfhöhe	52	63
Höhe des Schwanzstieles	31	32
Länge des Schwanzstieles	46	47
Kopflänge	97	107
Kopfbreite	73	73
Breite der Mundspalte	53	59
Länge des Oberkieferbartels	56	48
Länge der Zahnbinde des Zwischenkiefers	53	50
Breite der Zahnbinde des Zwischenkiefers	7	8
Länge des Auges	16	16

	Maße in Millimeter	
Breite des knöchernen Interorbitalraumes	27	$27^1/_2$
Länge der Schnauze	40	40
Länge der Dorsale	33	34
Größte Höhe der Dorsale	49	57
Höhe des steifen Teiles des Dorsalstachels	32	33
Abstand der Dorsale vom vorderen Kopfende	123	129
Abstand der Dorsale von der Basis der Caudale	178	186
Länge der Fettflosse	33	38
Abstand der Fettflosse von der Basis des letzten Dorsalstrahles	76	74
Länge der Brustflossen	56	62
Länge der Bauchflosse	44	49
Länge der Schwanzflosse	63	$65^1/_2$
Basislänge der Anale	34	35
Höhe derselben	39	43

Bagrus docmac Rüpp.

Von dieser Art, die bisher aus dem Tanganyikasee nicht bekannt war, enthält die Sammlung Grauer ein großes Exemplar von 38·5 *cm* Länge mit Ausschluß der Caudale, welch' letztere, bis zur fadenförmig verlängerten Spitze des oberen Caudallappens gemessen, 12·6 *cm* lang ist.

Die Kopflänge ist zirka $3^2/_3$mal, die größte Rumpfhöhe $4^3/_4$mal in der Körperlänge (ohne C.), die Kopfbreite etwas mehr als $1^1/_7$mal, die Augenlänge unbedeutend mehr als 10mal, die Stirnbreite ein wenig mehr als 2mal, die Schnauzenlänge etwas weniger als $2^1/_3$mal, die Höhe des Schwanzstieles $3^1/_3$mal in der Kopflänge und zirka 2mal in der Länge des Schwanzstieles, die Höhe des Dorsalstachels nahezu $1^5/_6$mal, der zweite Gliederstrahl der Dorsale kaum 1mal, die Länge der Pectorale $1^2/_3$mal, die der Ventrale unbedeutend mehr als 2mal in der Kopflänge enthalten.

10 Rechenzähne am unteren Aste des ersten Kiemenbogens. Maxillarbartel etwas länger als der Kopf, bis zum Ende des ersten Längendrittels der Ventrale zurückreichend. Occipitalfortsatz lang, schmal, in Verbindung mit der Interneuralplatte der Rückenflosse. Die Zahnbinde im Zwischenkiefer ist

zirka $6^3/_7$ mal länger als breit, ihre Länge gleicht $^2/_5$ der Kopflänge. Die Fettflosse ist ein wenig länger als der Kopf und nicht ganz 2mal so lang wie ihr Abstand von der Basis des letzten Dorsalstrahles. Die Basislänge der Dorsale ist zirka $1^7/_8$ mal in der Kopflänge enthalten. Die Basis des letzten Dorsalstrahles ist ein wenig näher zum vorderen Kopfende gelegen als die des inneren Ventralstrahles. Die 3 ersten Gliederstrahlen der Dorsale sind mäßig, fadenförmig verlängert. A. 3/10.

	Maße in Millimeter
Körperlänge (ohne C.)	385
Kopflänge	113
Kopfbreite	73
Größte Rumpfhöhe	81
Höhe des Schwanzstieles	34
Länge des Schwanzstieles	67
Länge der Zahnbinde des Zwischenkiefers	45
Breite der Zahnbinde des Zwischenkiefers	7
Länge des Auges	11
Breite des Interorbitalraumes	54
Länge der Schnauze	51
Basislänge der Dorsale	60
Abstand der Dorsale von der Fettflosse	26
Abstand der Basis des letzten Dorsalstrahles vom vorderen Kopfende	214
Abstand der Basis des innersten Ventralstrahles vom vorderen Kopfende	218
Basislänge der Fettflosse	115
Höhe der Fettflosse	26
Länge der Brustflossen	68
Länge der Bauchflossen	55
Höhe des Dorsalstachels	61
Höhe des zweiten Gliederstrahles der Dorsale	110
Länge des Pectoralstachels	62
Länge des oberen Caudallappens	126

Haplochilus tanganicanus Blgr.

Diese Art wurde von Dr. Boulenger nach einem ♀ beschrieben und abgebildet (Transactions of the Zool. Soc. London, vol. XV, p. 25—26, pl. VI, Fig. 3). Das Wiener Hof-

museum erhielt durch Grauer 3♂ von 8·7 bis 12·4 *cm* (mit Einschluß der C.) und durch Horn ein ausgezeichnet gut erhaltenes ♀ von 11 *cm* Länge.

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen in auffallender Weise durch das Vorkommen eines ziemlich großen, hell glänzenden, weißen Fleckes in dem mittleren Teile jeder Schuppe an den Seiten des Rumpfes auf silbergrauem, teilweise stahlblauem Grunde und die ein wenig bedeutendere Länge der Ventralen. Die breite dunkle Binde an den Seiten des Rumpfes ist im Leben stahlblau. Die Zahl der Schuppen längs der Höhenmitte des Rumpfes schwankt zwischen 40 und 45.

Rumpf namentlich am Schwanzstiel stark komprimiert, größte Höhe desselben 4- bis $3^2/_3$mal, Kopflänge $4^3/_8$- bis $4^5/_8$-mal in der Körperlänge (ohne C.), der Augendurchmesser $3^1/_5$- bis $3^2/_3$mal, die Schnauzenlänge $3^1/_5$- bis $2^5/_6$mal, die Breite des Interorbitalraumes $3^2/_5$mal bei dem kleinsten, $2^1/_3$mal bei dem größten ♂, bei dem ♀ 3mal, die Länge der Brustflossen bei den ♀ $1^2/_3$mal, bei dem Männchen $1^1/_7$mal, die der Bauchflossen bei ersteren $1^3/_4$mal, bei letzterem $1^2/_7$mal in der Körperlänge (ohne C.), die Höhe des Schwanzstieles nahezu 2mal in der Länge desselben enthalten. Der Schwanzstiel ist unbedeutend länger oder kürzer als der Kopf. Caudale am hinteren Rande merklich stärker eingebuchtet bei den 3 mir vorliegenden Männchen als bei dem Weibchen. Rumpfschuppen 41 bis 45 in einer Längsreihe bis zur Basis der Caudale und $10^1/_2$ in einer Querreihe oberhalb der Basis des ersten Analstrahles in der größten Rumpfhöhe.

D. 13—15. A. 27—28. P. 15. V. 1/5.

	Maße in Millimeter		
	♀	♂	♂
Totallänge	110	124	87
Körperlänge (ohne C.)	92	101	70
Kopflänge	$20^1/_2$	21	16
Leibeshöhe	$24^1/_2$	$27^1/_2$	17
Höhe des Schwanzstieles	10	12	8

	Maße in Millimeter		
	♀	♂	♂
Länge des Schwanzstieles	19	23	15
Länge des Auges	6	6	5
Länge der Schnauze	7	7	5
Breite des Interorbitalraumes	7	9	5
Basislänge der Dorsale	17	20	10
Basislänge der Anale	35	40	23
Höhe des vorletzten Strahles der Dorsale	17	20	10½
Höhe des vorletzten Strahles der Anale	18	20	11½
Abstand der Dorsale vom vorderen Kopfende	54	63	46
Abstand der Anale vom vorderen Kopfende	43	46	35½
Länge der Pectorale	15	18½	14
Länge der Ventrale	12	15	10

Mastacembelus trispinosus n. sp.

3 zarte Stacheln am Vordeckel. D. 31/95. A. 3/70. Analmündung unbedeutend näher zum hinteren Rande der Caudale als zum vorderen knöchernen Kopfende gelegen. Lappenförmiger Schnauzenanhang, in eine fadenförmige Spitze auslaufend, $1^3/_5$mal länger als das Auge. Das hintere Ende des Oberkiefers fällt nahezu um 1 Augenlänge vor den Vorderrand des Auges. D. A. und C. ohne Unterbrechung ineinander übergehend. Leibeshöhe zirka $12^2/_7$mal, Kopflänge (ohne den häutigen Lappen an der Schnauze) nahezu 7mal in der Totallänge (mit Einschluß der Caudale), Länge der Schnauze (ohne Hautlappen) 3mal in der Kopflänge, Augendurchmesser $9^3/_5$mal in der Kopf-, $3^1/_5$mal in der Schnauzenlänge, Abstand des ersten sehr kurzen Dorsalstachels vom hinteren oberen Kopfende schwach 3mal, Länge der Brustflossen nahezu $3^2/_3$mal, Länge der gerundeten Caudale $3^2/_5$mal in der Kopflänge enthalten. Rumpfschuppen sehr klein, zirka 25 bis 26 zwischen dem Beginn der gliederstrahligen Dorsale und der Seitenlinie in einer vertikalen Reihe.

Obere Rumpfhälfte grauviolett, untere bis zum Beginn der Anale hell silbergrau. Die obere Rumpfhälfte zeigt überdies eine dichte, nur schwach hervortretende, und wenig

dunklere Marmorierung, ferner in ziemlich gleichen Abständen zirka 16 bis 17 schräge, unregelmäßig gerandete, um vieles dunklere, grauviolette Querbinden, die vielfach von der helleren Grundfarbe fleckartig durchsetzt, hie und da auch unterbrochen werden und sich über den basalen Teil der Dorsale fortsetzen. Überdies ist die Dorsale, welche die Grundfarbe des Rückens bis auf einen helleren Randsaum zeigt, namentlich im vorderen Teil in schräger Richtung dunkler grauviolett, zart gestrichelt oder genetzt. Die Anale ist anfänglich nur in ihrer kleinen basalen Höhenfalte matt grauviolett, weiter zurück aber breitet sich diese dunklere Färbung allmählich weiter gegen den freien Flossenrand zu aus und verdrängt die helle Färbung bis auf einen schmalen Randsaum, der sich am Rande der Caudale fortsetzt.

Eine dunkel grauviolette Binde an den Seiten des Kopfes, von der Schnauzenspitze zur Basis des Pectorale ziehend, wie bei *Mastacembelus taeniatus* Blgr., Oberseite des Kopfes dunkel marmoriert.

	Maße in Millimeter
Totallänge	335½
Kopflänge	48½
Leibeshöhe	28
Länge des Auges	5
Länge der Schnauze	16
Länge des häutigen Schnauzenanhanges	8
Länge der Mundspalte	12
Länge der Brustflossen	13
Länge der Schwanzflosse	14½
Abstand des ersten isolierten Dorsalstachels vom Ende des Hinterhauptes	30
Abstand desselben vom vorderen knöchernen Kopfende	62
Abstand der Analmündung vom vorderen knöchernen Kopfende	169
Abstand der Analmündung vom hinteren Rande der Schwanzflosse	165

Ein Exemplar aus dem Ituriflusse bei Mawambi, gesammelt von Grauer.

Auchenoglanis iturii n. sp.

Occipitalfortsatz mit der Interneuralplatte in Verbindung, beide schmal (dreieckig) und dick überhäutet. Äußere Mandibularbarteln nahezu bis zur Spitze der Pectoralen oder noch über diese zurückreichend. Kiemendeckel an der Außenseite glatt. Dorsalstachel kürzer als jeder der beiden folgenden Gliederstrahlen. Seiten des Rumpfes mit 7 bis 8 Querreihen schwarzer Flecken. Jede Reihe enthält 2 bis 4 Flecken, die gegen den untersten an Größe abnehmen. Der Raum zwischen diesen Fleckenreihen ist ungefleckt, ebenso der Seitenabfall des Kopfes und sämtliche Flossen. Nur am basalen Teile der Fettflosse liegt zuweilen eine lockere Reihe einzelner großer Flecken als obere Endglieder der Querfleckenreihen des Rumpfes. An der Oberseite des Kopfes liegen im Interorbitalraum und hinter diesem runde dunkle Flecken bei einem Exemplare unserer Sammlung, bei den beiden übrigen fehlen sie vollständig. Oberseite des Kopfes glatt.

Größte Rumpfhöhe $5^2/_3$- bis $5^1/_4$mal, Kopflänge zirka $3^1{}_2$mal in der Körperlänge, Länge der Schnauze nahezu 2mal, Augendurchmesser nahezu 7- bis $7^8{}_9$mal in der Kopflänge, $3^5{}_8$- bis $4^1{}_3$mal in der Schnauzenlänge und nahezu bis genau 2mal in der Breite des Interorbitalraumes, letztere 4- bis $3^1{}_3$mal, Länge des Maxillarbartels $1^1/_2$- bis $1^3/_5$mal, die des inneren Mandibularbartels $2^1/_5$- bis unbedeutend weniger als 2mal, Kopfbreite $1^2/_5$- bis zirka $1^2/_7$mal, Länge der Pectorale $1^4/_7$- bis zirka $1^4/_9$mal, die der Ventrale zirka $1^2/_3$mal, Höhe des Dorsalstachels, bis zu seiner häutigen Spitze gemessen, zirka $1^2/_3$- bis $1^3/_5$mal, die des zweiten Gliederstrahles nahezu $1^1/_2$- bis $1^2/_5$mal, die Länge der gerundeten Caudale $1^3/_8$- bis $1^3/_{10}$mal in der Kopflänge enthalten. Der Schwanzstiel ist zirka $1^1/_3$- bis etwas mehr als $1^1/_6$mal höher als lang.

Die äußeren Mandibularbarteln sind stets ein wenig länger als der Kopf.

Fettflosse sehr lang, nach vorne nahezu bis zur Dorsale reichend, vorne sehr niedrig; die größte Höhe derselben nahe ihrem hinteren Ende ist $5^3/_4$- bis $5^5/_9$mal in ihrer Länge enthalten.

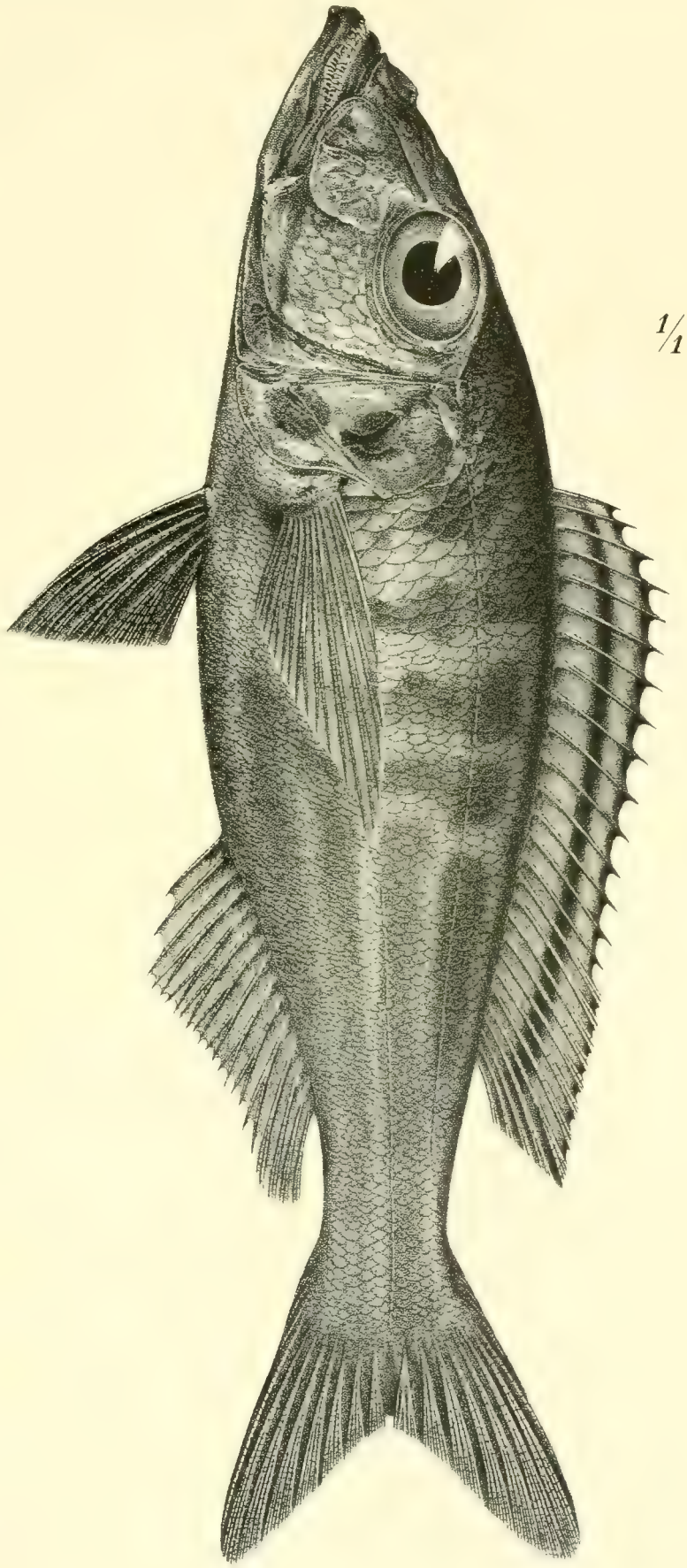
Der Stachel der Pectorale ist viel kräftiger als der der Dorsale und am Innenrand stark gezähnt. Die Spitze der angelegten Pectorale fällt weit vor die Einlenkungsstelle der Ventrale. Die Basislänge der Anale ist bei älteren Exemplaren der Länge des postorbitalen Teiles des Kopfes gleich, bei jüngeren Individuen um zirka eine halbe Augenlänge größer.

Obere Rumpfhälfte bis zur Seitenlinie grauviolett, unterhalb der Seitenlinie silbergrau. In der Analgegend reicht bei älteren Exemplaren die violette Färbung etwas tiefer herab und geht allmählich in Silbergrau über.

D. 1/7. V. 1/5. A, 13. P. 1/8.

3 Exemplare, 21·5 bis 29·5 *cm* lang, aus dem Iturifluß bei Mawambi. Sehr nahe verwandt mit *Auchenoglanis ngamensis* Blgr. aus dem See Ngami-Distrikt im Betschuanaland.

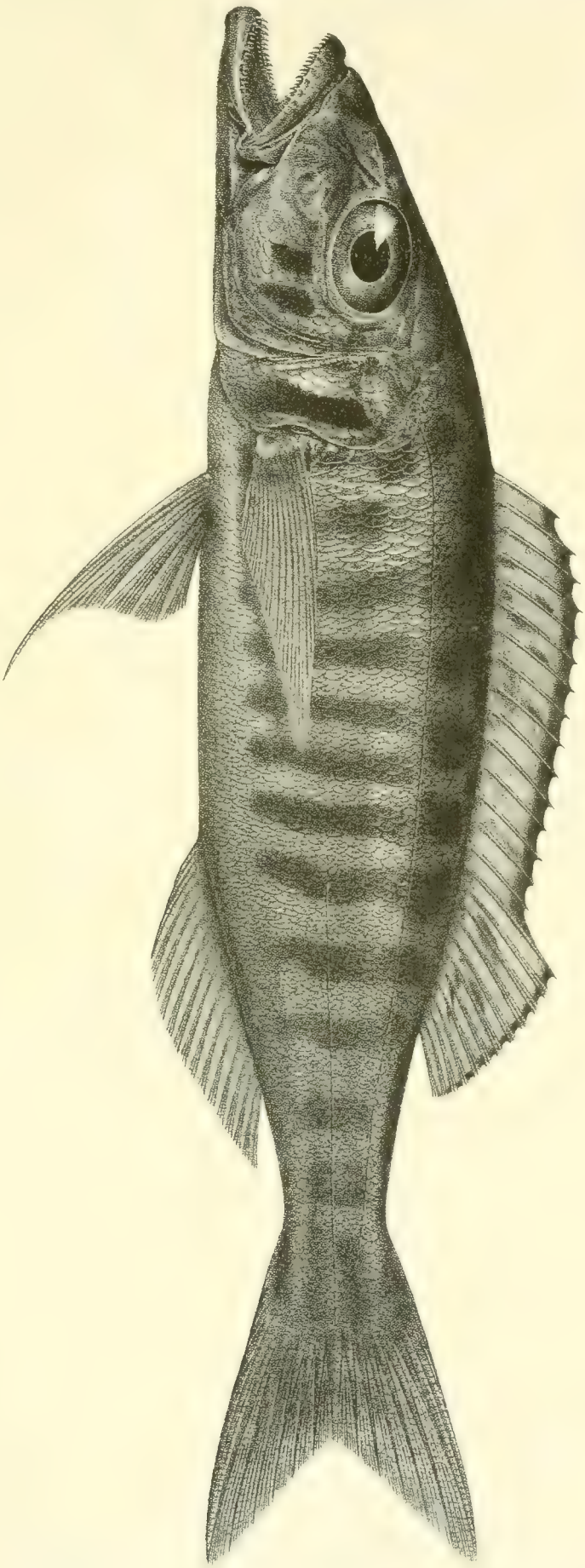
	Maße in Millimeter	
Totallänge	215	295
Körperlänge	187	246
Kopflänge	55	71
Kopfbreite	39	56
Schwanzhöhe	25	34½
Schwanzlänge	33	40
Länge des Auges	8	9
Länge der Schnauze	29	37½
Breite des Interorbitalraumes	14	19
Länge der Maxillarbarteln	36½	46
Länge der äußeren Mandibularbarteln	60	78
Länge der inneren Mandibularbarteln	25	36
Höhe der Dorsale (am zweiten Gliederstrahl)	36	50
Basislänge derselben	30	39
Länge der Brustflossen	35½	50
Länge der Bauchflossen	32	42
Länge der Fettflosse	68	100
Höhe der Fettflosse	12	18
Basislänge der Anale	26	3



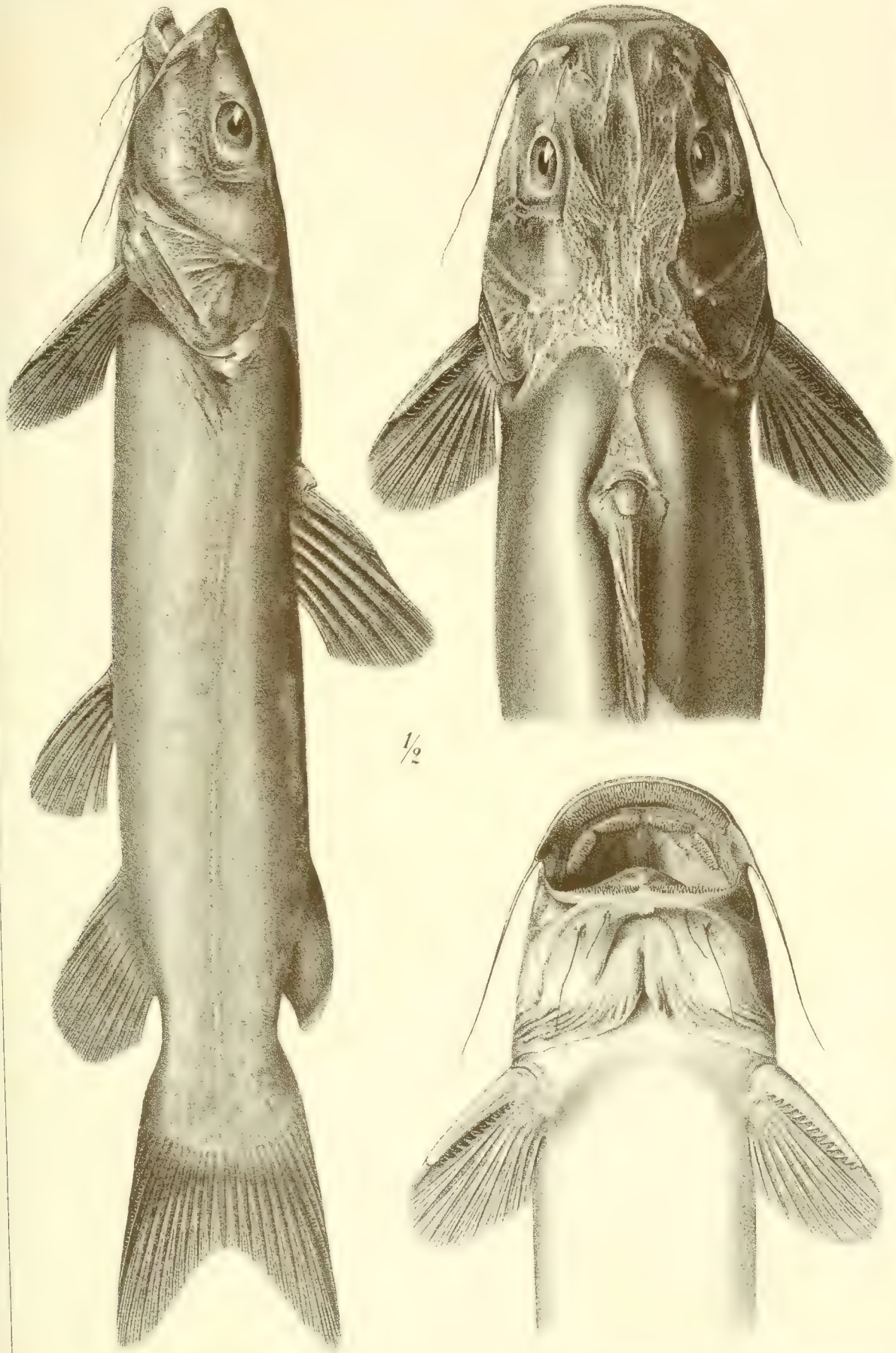
1/1

Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.

Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.



Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.



Jos. Fleischmann n. d. Natur gez.

Über den Einfluß der Narkotika auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen.

I. Das chemische Verhalten pflanzlicher Objekte in einer Acetylenatmosphäre

von

V. Grafe und **O. Richter**,

Privatdozenten der Wiener Universität.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität, Nr. 25 der 2. Folge.

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Dezember 1911.)

Erster Teil.[1]

Das auffallende Verhalten, das Keimlinge der verschiedensten Art in Laboratoriumsluft, Leuchtgas und vielen anderen Narkotika — den Begriff im Sinne von Overton und Meyer genommen — in bezug auf die Hemmung des Längen- und Förderung des Dickenwachstums (I., 1903, 180), die Anthokyanbildung (III., 1907, 3), die chemische Zusammensetzung (IV., 1908, 189), die Turgorsteigerung (V, 1908, 106) usf.[2] zeigten, festigten in mir die Überzeugung, daß eine tiefgreifende chemische Verschiedenheit zwischen narkotisierten und nicht narkotisierten Pflanzen bestehen müsse, worin ich noch durch bereits bekannte Analysen bestärkt wurde.

[1] Dieser Teil wurde mit einer Subvention der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften aus den Erträgnissen der Scholz-Stiftung ausgeführt. Ich erlaube mir daher, der kaiserlichen Akademie für diese Unterstützung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. O. Richter.

[2] Über diese Erscheinungen habe ich in einem Vortrage vorläufig berichtet (VI., 1911) und beabsichtige in ausführlicher Weise auf Grund einer achtjährigen Erfahrung demnächst zu referieren (VII., 1912).

Ich nahm daher bei meiner Übersiedlung nach Wien mit Vergnügen die Gelegenheit wahr, mich mit Herrn Kollegen Grafe zu verbinden, um mit seiner Hilfe mir schon aus gewissen physiologisch-mikrochemischen Untersuchungen (III., IV.) bekannte Tatsachen durch makrochemische Analysen sicherzustellen. Denn speziell dort, wo es sich um gewisse quantitative Bestimmungen handelt, z. B. bei Differenzen im Zuckergehalte, wird trotz vorhandener Anfänge zur quantitativen mikrochemischen Analyse (VIII., Emich) bis auf weiteres immer noch die makrochemische Analyse das entscheidende Wort sprechen.

Untersuchungen dieser Art sind bereits, wie angedeutet, durchgeführt worden. So hat Johannsen (I., 1897, 275) in einer ungemein gründlichen Arbeit die Frage zu beantworten gesucht, inwiefern Äther und Chloroform (II.) die chemische Zusammensetzung von Samen, Keimlingen, Zwiebeln, Kartoffelknollen und Sprossen beeinflussen.

Dabei stellte sich die überraschende Tatsache heraus, daß bei einer bestimmten Ätherkonzentration eine bedeutende Vermehrung von Zucker und Amidoverbindungen zu verzeichnen war, die bei zu niedrigen Ätherdosen unterblieb, während bei sehr starken die Vermehrung, wenn auch schwächer, wahrgenommen werden konnte. Bei sehr schwachen Ätherdosen war im Gegensatze zur Regel, wie gesagt, sogar eine Abnahme des Amidstickstoffes und des Zuckers und damit im Zusammenhang eine Förderung der Eiweiß- und Stärkesynthese (II, 1902, 99) in den reifenden Samen gegenüber den Kontrollpflanzen in reiner Luft zu bemerken. Dabei ist zwischen direkter Einwirkung und Nachwirkung streng zu unterscheiden.

Am anschaulichsten dürfte das Verhalten der Samen bei den mittelstarken Äther-, beziehungsweise Chloroformdosen aus folgender der Johannsen'schen Arbeit (II., 1902, 110) entnommenen Tabelle hervorgehen.

»In 1000 Gewichtsteilen noch unreifer, fast erwachsener Lupinensamen, welche aus den Schoten herausgenommen waren«, wurden gefunden (Angaben in Gewichtsteilen):

	gleich nach Herausnahme der Samen	nach 24 Stunden	nach 24stündiger Chloroformierung
Amidokörper	24	19	38
Zucker	67	53	73

Die analogen Untersuchungen an Trieben führten ja, wie bekannt, zur Entdeckung des nach Johannsen benannten Treibverfahrens (III., 1906).

Im selben Jahre beobachtete Czapek (1897 [144], 28), daß sich mit Hilfe der Jodprobe wesentliche Unterschiede an Blättern, deren Stiele mit Chloroformwasser umgeben waren, gegenüber solchen, die zur Kontrolle dienten, feststellen ließen, und zwar in dem Sinne, daß in den chloroformierten die Stärkeentleerung unterbleibt. Deleano kam (1911, 166) aber diesbezüglich mit Chloroformwasser 1:10 zum gerade entgegengesetzten Resultate.

1898 veröffentlichte Puriewitsch (II., 1898, zitiert nach Butkewitsch, II., 318) seine Erfahrungen mit Blättern verschiedener Pflanzen, die er der Einwirkung von Ätherdämpfen aussetzte. Sie lauteten dahin, daß Äther ein beschleunigtes Verschwinden der Blätterstärke zur Folge habe. Zur Erklärung dieser Erscheinung nahm er an, daß der Äther die Atmungsenergie steigere und dadurch den Verbrauch des bei der Stärkelösung entstehenden Zuckers beschleunige, dessen Anhäufung auf diesen Prozeß hinwiederum hemmend wirke.

Auf diese Art entstand anscheinend unter Vergessen auf Johannsen's Versuche mit sehr schwachen Ätherdosen und im Hinblick auf Puriewitsch's Arbeiten die ziemlich allgemein verbreitete Meinung, Äther beschleunige die Hydrolysierungsprozesse stets. Von dieser Ansicht, die insbesondere durch das »Ätherverfahren« Nahrung fand, weichen nun die Versuchsergebnisse Zaleski's (I., 1900, 292), und zwar nicht unbedeutend, ab. Nach seiner Meinung vermindert geradezu die benützte Äthermenge den Eiweißzerfall, dagegen werde die Eiweißbewegung verstärkt (293), d. h. »daß in Ätheratmosphäre sich mehr Eiweißstoffe in den Achsenorganen als bei gewöhnlichen Bedingungen ansammeln«. Dabei bliebe es dennoch dahingestellt, »ob die Eiweißstoffe als solche den Achsenorganen zuströmen oder sich in den letzteren aus Eiweißzerfallsprodukten der Kotyledonen bilden«. In letzterem Falle verstärke Äther die Eiweißregeneration. Dasselbe ließe sich auch für Kohlehydrate in Ätheratmosphäre feststellen. Versuche mit Weizen hätten gezeigt, daß Äther den Glukoseverlust ver-

mindere und eine größere Bewegung der Glukose aus dem Endosperm in die Pflanze hervorrufe. »Äther verursacht also eine kräftigere Aufsaugung der Kohlehydrate und Eiweißstoffe oder verstärkt die Eiweißregeneration.«

Führe man Glukose in etiolierte Keimlinge künstlich ein und sorge gleichzeitig für eine entsprechende Ätheratmosphäre, so erziele man in Äther eine stärkere Eiweißregeneration als bei den Kontrollobjekten. Im Gegensatze dazu fand Zaleski (295), daß ein in der Nährlösung gebotenes Narkotikum, das Koffein, den Eiweißzerfall sehr verstärkt.

Anscheinend haben die Differenzen in Zaleski's eigenen Befunden und die Zaleski's und Johannsen's in der Ätherfrage durch die Untersuchungen von Hempel (1911, 213 [1]) eine recht befriedigende Erklärung gefunden, auf die noch zurückgekommen wird (p. 1196).

Die im vorliegenden Falle gewählte chronologische Darstellung der Literatur verlangt jedoch zunächst die Erwähnung einer Arbeit von Bertel (1902, 455), in der er im Einklange mit den Arbeiten von Schulze (II., 1903, 65) und Butkewitsch (I., 1900, 363) den Nachweis erbrachte, daß in Lupinenwurzeln in Chloroformwasser (1 : 10) eine ausgesprochene Anreicherung von Tyrosin (456) stattfindet, und eine Publikation von Marie Leschtsch (1903, 425), die durch die Arbeiten von Puriewitsch (I., 1896), Morkowine (I./II., 1899, 1901) und die besprochene Arbeit Zaleski's (I., 1900, 292) angeregt, den Einfluß des Terpentinöls auf die Verwandlung der Eiweißstoffe studierte. Als Versuchsobjekte kamen Zwiebeln von *Allium Cepa* und *A. ascalonicum* in Anwendung.

Wie aus Hettlinger's (1901, 248) und Zaleski's (II., 1901, 339) Publikationen bekannt sein dürfte, geht in verwundeten Zwiebeln eine ziemlich starke Eiweißbildung vor sich. Leschtsch verquickte nun Verwundungs- mit Narkoseversuchen und fand, daß »in der verwundeten Zwiebel, in der die Bildung von Eiweißstoffen vor sich geht, dieser Prozeß durch Hinzufügung kleiner Mengen Terpentinöls beschleunigt wird, »während größere Dosen auf ihn verzögernd wirken«. Ruhende Zwiebeln werden dagegen von Terpentinöl nicht beeinflußt. (427/8.)

Im Hinblick auf die Versuche von Borodin (1878, 801) und Schulze (I., 1886, 118), die gezeigt hatten, daß in Keimpflanzen des Weizens durch »Hunger« eine rege Eiweißzersetzung ausgelöst wird, beantwortete Leschtsch (429) auch noch die Frage, inwieweit dieser Prozeß durch Terpentinöl beeinflußt wird. Es zeigte sich, daß in den verwendeten Dunkelkeimlingen von *Triticum* eine merkliche Hemmung der Eiweißzersetzung nachweisbar war.

1904 veröffentlichte Prianischnikow (I., 1904, 35) eine uns besonders interessierende Arbeit, in der gezeigt wird, daß selbst jene Spuren gasförmiger Verunreinigungen, die in der Laboratoriumsluft unvermeidlich sind, einen höchst einschneidenden Einfluß auf die chemische Zusammensetzung von Keimlingen haben. Am zweckmäßigsten dürfte es sein, eine seiner Tabellen (39) zu reproduzieren:

Auf 100 Teile Wasser kam bei einem 15tägigen Bohnenversuche[1] *(Vicia Faba)* Asparaginstickstoff

	in Laboratoriumsluft		in reiner Luft	
	in den Kotyledonen	in den Stengeln	in den Kotyledonen	in den Stengeln
bei 5tägigen Bohnen.....	0·236	0·445	0·212	0·231
10 » »	0·297	0·524	0·165	0·217
» 15 » »	0·348	0·625	0·140	0·289

Diese Tabelle beweist, daß die chemische Zusammensetzung der Pflanzen der Laboratoriumsluft eine ganz andere ist als die derjenigen der reinen Luft, da jene nahezu dreimal so viel Asparagin enthalten als diese, und zwar sowohl in den Kotyledonen als auch in den Stengeln.

Im selben Jahre kam Prianischnikow (II., 1904, 1) auf die obige Analyse in einer Arbeit über die Einwirkung vierprozentiger Schwefelsäure auf pflanzliche Proteinstoffe zurück, worin er die »kleinen Quantitäten Leuchtgas«, die in der

[1] Daß mit der Bezeichnung »Bohnen« hier *Vicia Faba* gemeint ist, geht aus Prianischnikow's Arbeit (II., 1904, 3) hervor, in der er die von Schulow durchgeführte, mit der obigen gleichlautende Analyse betitelt: »Versuche mit *Vicia Faba*«.

Laboratoriumsluft unvermeidlich sind, für jenen auffallenden Effekt verantwortlich machte.

1907 konnte gezeigt werden (O. Richter, III., 1907, 3), daß man in gewissen Fällen die chemische Verschiedenheit von Pflanzen in reiner Luft und in der Atmosphäre von Narkotika gewissermaßen ad oculos demonstrieren kann, da Keimlinge oder Blüten, die normalerweise Anthokyan zu bilden pflegen, diese Fähigkeit verlieren, wenn sie in Narkotikaatmosphäre gehalten werden. Es läßt sich nun auch, wie 1908 (Oswald Richter, IV., 1908, 190) dargetan wurde, bei Keimlingen von stärke-, aber auch fettreichen Samen ein analoger Effekt mit Hilfe der Sachs'schen Jodprobe erreichen, wenn man gleich alte, aber auch gleich lange Keimlinge aus reiner und unreiner Luft auf ihren Stärkereichtum untersucht, oder wenn man gleich alte Keimlinge des Senfs aus Leuchtgasatmosphäre und reiner Luft der bekannten Blutlaugensalzprobe, und zwar in der von Molisch (1892) angegebenen Art unterzieht. Man kann unter diesen Bedingungen direkt sehen, wie groß die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung beiderlei Keimlinge sind.

1908 erschien nun auch eine Arbeit von Butkewitsch (II., 1908, 314), die sich in vieler Beziehung in eine Parallele mit den eben besprochenen Ergebnissen bringen läßt. Butkewitsch's Versuchsobjekte waren *Morus alba* und *Sophora japonica* (315), deren Rinde durch einen besonders großen Stärkegehalt ausgezeichnet ist. Die Untersuchung erfolgte an Querschnitten mit einer schwachen Lösung von Jod in Jodkalium (316).

Die Versuche wurden in der Art durchgeführt, daß einige Tage im Zimmer aufbewahrte Zweige der Länge nach in zwei bis vier Teile gespalten und diese Teile nun in Gläser mit wenig Wasser unter schwarz verklebte Glasglocken gegeben wurden. Unter jeder dieser Glasglocken befand sich eine Krystallisierschale mit Wasser, das 3 bis 5 *mm* hoch stand. In eine dieser Schalen wurde nun Chloroform, in eine Toluol, und zwar jedes Narkotikum im Überschusse zugeschüttet, so daß während des ganzen Versuches der Überschuß des Narkotikums erhalten blieb (315).

Dabei zeigte sich, daß sich in Gegenwart des Toluols und Chloroforms die in der Rinde aufgespeicherte Stärke löste und bei genügender Dauer des Versuches vollständig oder nahezu vollständig verschwand. »Wo unter den Glocken kein Toluol oder Chloroform vorhanden war — wenn die Versuchsobjekte noch vor Ende der Stärkeabscheidungsperiode benutzt wurden — verminderte sich die Menge der Stärke keineswegs; öfters vergrößerte sie sich im Gegenteil bedeutend, was besonders klar in der Rinde nachzuweisen war«. Das Holz gab keine so prägnanten Resultate, da darin auch in den Toluol- und Chloroformobjekten die Stärke niemals vollständig verschwand, doch kam es auch hier bei den Narkotikaobjekten zu einer gewissen Abnahme«.

Gleichzeitig mit der Stärkelösung findet eine deutliche Zuckeranhäufung in der Rinde der narkotisierten Versuchsobjekte statt, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist (319):

	Anfangs	Unter den Glocken gehalten		
		Kontrolle	Toluol	Chloroform
Rinde genommen	30 *g*	je 20 *g*		
	g	*g*	*g*	*g*
Zucker gefunden.....	0·327	0·209	0·447	0·334
Zuckermenge in 100 *g* Rinde ...	1·09	1·05	2·24	1·67

Nach Butkewitsch's Meinung spricht die in der Tabelle klar hervortretende Zuckeranhäufung gegen die von Puriewitsch geäußerte, oben (p. 1189) wiedergegebene Ansicht von dem gesteigerten Verbrauche der Produkte der Stärkeumwandlung bei der Atmung. Damit kommt Butkewitsch (320) aber zu der Anschauung, »daß die Wirkung des Toluols und Chloroforms in der Unterdrückung der diese Verwandlung aufrecht erhaltenden Tätigkeit der stärkebildenden Plastiden bestehen müsse«.

Das ist aber, im Grunde genommen, die von Johannsen (II., 1902, 110; III., 1906, 42) vertretene Ansicht von der selek-

tiven Wirkung der Narkotika auf die Hydrolysierungprozesse in reifenden oder keimenden Reserveorganen.

Nach Johannsen's Meinung (II., 1902, 110) gehen in Samen, Knospen, Knollen etc. zweierlei Prozesse vor sich, die der Hydrolisierung *(H)* und die der Kondensation *(K)*, und zwar sind diese bei der Reifung, jene bei der Keimung überwiegend. Drücken wir Johannsen's Gedankengang in mathematischen Zeichen aus, so wäre in dem ersten Falle $H < K$, im zweiten $H > K$. Nur dann, wenn zwischen H und K das Ungleichheitszeichen zu setzen ist, vermögen Äther und Chloroform verändernd in den Verlauf der chemischen Prozesse einzugreifen, und zwar in der Weise, daß sie die Kondensationsprozesse hemmen, die Hydrolysierungsvorgänge aber glatt verlaufen lassen. Dadurch muß es notgedrungen zu einer solchen Häufung der Hydrolysierungsprodukte kommen, daß durch den veränderten Stoffwechsel im interessantesten Fall ein vorzeitiges Treiben erfolgt — Johannsen's Frühtreiberei.

Indem nun noch erwähnt sein mag, daß die Ätherbehandlung Johannsen auch jene Periode in der sogenannten Ruhe kennen gelehrt hat, in der selbst Äther nicht mehr verändernd auf den Stoffwechel wirkt, in der also nach dem Obigen folgerichtig $H = K$ sein müßte — Mittelruhe nannte Johannsen diese Spanne Zeit — sei aus später zu erörternden Gründen an dieser Stelle auch auf jene Arbeiten verwiesen, die geradezu beweisen, daß die Chloroplasten in Narkotikaatmosphäre die Fähigkeit verlieren, Stärke abzuscheiden, selbst wenn sie direkt auf Zuckerlösung zu liegen kommen. So haben Puriewitsch (II., 1898) und Winkler (1898, 530) nachgewiesen, daß »durch Äther und Chloroform wie die Assimilationstätigkeit, so auch die Stärkebildung bei reichlichster Zuckerzufuhr unterdrückt« wird (Winkler, 530).

In eingehender Weise widmeten sich dieser Frage auch Reinhard und Suschkoff (1905, 133), die Chininsulfat (136), Koffein (138), Antipyrin, Morphium (139) und Äther (145) in ihrer Wirkung auf die Stärkespeicherung aus Zucker überprüften. Danach sollen Antipyrin, salzsaures Morphin und Koffein in den gewählten Konzentrationen die Stärkebildung begünstigen, dagegen der Äther nicht nur jede Ansammlung

von Stärke verhindern, sondern noch deren Auflösung befördern (145). Die gleiche Erfahrung machte Butkewitsch (II., 1908, 320) mit Toluol und Chloroform. »Unter einer Glocke mit Toluol konnte keine Stärkeabscheidung beobachtet werden; sie konnte auch nicht in denjenigen Fällen beobachtet werden, wo die Rinde in eine zehnprozentige Glukoselösung gelegt wurde.« »Ohne Toluol und Chloroform waren in der Rinde am dritten und vierten Tage nach der Übertragung ins Zimmer bedeutende Stärkemengen abgelagert, wobei die Glukoselösung eine ganz deutliche Wirkung erkennen ließ.«

Nach dieser scheinbaren Abschweifung vom eigentlichen Thema sei an den Nachweis erinnert (V. Grafe und E. Vieser, 1909, 431), daß gasförmig gebotenen reinen Formaldehyd Bohnenkeimlinge nicht nur in nicht unerheblichen Quantitäten — bis zu 1·3 Volumprozent — vertragen, sondern ihn auch in den Bereich ihres Stoffwechsels ziehen und zum Aufbau der Trockensubstanz verwerten. Untersucht man aber nach neueren Untersuchungen (V. Grafe, I., 1911, 24; II., III., 1911) die zweifellos im Wachstum geförderten Versuchsobjekte auf Stärke, so findet man keine oder fast keine Stärke, dagegen läßt sich gegenüber den Kontrollpflanzen eine sehr erhebliche Zuckermenge nachweisen.

»Die folgenden Zahlen beziehen sich auf den Gehalt an reduzierendem Zucker in 10 cm^3 der betreffenden Flüssigkeit und sind stets für dasselbe Trockengewicht berechnet.

	Formaldehydpflanzen	Normalkultur
Versuch vom 4. Dezember 1910...	38·5 *mg*	18 *mg*
» » 27. » 1910...	29·3	8
» » 11. Jänner 1911	42	19
» » 25. » 1911	33	13«

1911 zeigte Deleano (1911, 166), daß Blatthälften mit chloroformierten Stielen schneller entstärkt werden als die Kontrollblatthälften ohne Chloroform. Danach wäre es also möglich, sogar an den Hälften desselben Blattes zu zeigen, daß in narkotisierten Organteilen die hydrolytischen Prozesse rascher vor sich gehen als in den entsprechenden Kontrollhälften, wobei überdies nicht einmal eine Gesamtnarkose dieser

Organteile nötig wäre, sondern es vielmehr genügte, an einer entfernten Stelle, dem Blattstiele, die Narkose einsetzen zu lassen, um in der Lamina den Effekt zu erzeugen.

Was endlich die Arbeit Hempel's (1911, 213) anlangt, so stellt sie eine sehr sorgfältige Überprüfung jener strittigen Punkte in unserer Frage vor, die sich in den Ergebnissen der Ätherversuche Johannsen's (I., 1897) und Zaleski's (I., 1900, 292) einstellten und sucht auch noch den Zusammenhang zwischen chemischer Narkotikawirkung und Atmung zu beantworten, auf den, wie wir oben sahen (p. 1189), insbesondere Puriewitsch (II., 1898) hingewiesen hat, den aber Butkewitsch (II., 1908, 319) entschieden in Abrede stellt.

Das uns hier vornehmlich interessierende Resultat (272 [60]) ist die neuerliche Feststellung der Tatsache, daß in Ätheratmosphäre sowohl eine Förderung wie eine Hemmung der Zucker- und Aminosäureproduktion vorkommen kann, je nach der verwendeten Konzentration des Stoffes und der Dauer, in der man den Äther einwirken läßt. Trägt man z. B. die in Betracht kommenden Konzentrationen auf die Abszissenachse eines Koordinatensystems und die erhaltenen Zuckermengen, beziehungsweise die Mengen der Amidoverbindungen auf dessen Ordinatenachse auf, so erhält man eine gebogene Linie, die in ihrem ersten Teile der Sinuslinie nicht unähnlich ist und die uns zwei scharfe Phasen abgrenzt, eine, bei der der Bogen über, und eine, bei der der Bogen unter der Abszissenachse liegt. Die erste Phase bezieht sich auf geringe Ätherkonzentrationen und zeigt uns die schon von Johannsen (I., 1897) nachgewiesene auffallende Förderung der Zucker- und Aminosäureproduktion. Die zweite Phase vergegenwärtigt die Minuswerte, das Zurückbleiben der Zucker- und Aminosäurenproduktion bei stärkeren Ätherdosen, die aber noch nicht tötend wirken und bei zu langer Äthernarkose. Mit Konzentrationen dieser Art dürfte vielleicht Zaleski (I., 1900, 292) gearbeitet haben. Theoretisch muß es somit einen Punkt geben, wo beide Mengen, die der ätherisierten und die der nicht ätherisierten Objekte, einander gleich sind, — der erste Schnittpunkt der Kurve mit der Abszissenachse. Steigert man endlich die Ätherdosen noch weiter, so tritt neuerlich Überproduktion von Zucker und

Amidoverbindungen ein, die nun bis zum Tode fortläuft — es handelt sich dabei nach Hempel's Meinung (273 [61]) um die durch zu starke Ätherdosen eingeleiteten Zersetzungsvorgänge in den narkotisierten Pflanzen.

Danach stimmen also Hempel's Versuche im wesentlichen mit denen Johannsen's aus dem Jahre 1897 überein. Auch sie betonen die wesentliche Bedeutung der Konzentration. Eine Differenz zeigt sich nur in der Wirkung der niedersten Konzentrationen, die Johannsen für hemmend ansieht, während nach Hempel die Ätherwirkung auch in den minimalsten Dosen sofort mit einer, wenn auch minimalen Förderung der hydrolytischen Prozesse einsetzt. Man könnte sich die Differenz der beiden Autoren am besten vergegenwärtigen, wenn man Hempel's Kurve etwa um 1 *mm* im Koordinatensystem abwärts verschieben würde. Auf die Art erhielte man den ersten Teil der Kurve Johannsen's, die aber nicht mehr zur Abszissenachse absteigen würde, sondern sanft aufwärts anstiege, da Johannsen Hempel's zweite Phase entgangen war.

Überblicken wir die besprochene, recht reichhaltige Literatur unseres Gebietes, so können wir feststellen, daß die Experimentatoren nach den Versuchsergebnissen drei Gruppen bilden, von denen sich die der ersten für, die der zweiten gegen eine Häufung des Zuckers und der Amidoverbindungen aussprechen, während die der dritten eine vermittelnde Stellung einnehmen.

Man kann dieses Resumé in Tabellenform wiedergeben, wobei die unter oder neben dem Autornamen stehenden Klammerausdrücke die Narkotika bezeichnen, mit denen sie ihre Erfahrungen gesammelt haben. Dabei dürfte eine Paralleltabelle über die Stellung der Forscher zur Frage der Stärkebildung in der Atmosphäre der Narkotika den raschen Einblick in die uns interessierende Frage noch wesentlich erleichtern.

Schon ein flüchtiger Blick auf die folgende Tabelle belehrt uns, daß die Mehrzahl der Autoren darin miteinander übereinstimmen, daß Narkotika auf die Zucker-, beziehungsweise Aminosäureproduktion sehr häufig stark fördernd einwirken. Nur Czapek, dessen Ergebnisse von Deleano entschieden bestritten werden, und Zaleski stellten eine deutliche

Hemmung fest. Dagegen betonten drei Autoren, Johannsen, Leschtsch und Hempel, die einschneidende Bedeutung der Konzentration des verwendeten Narkotikums. Es ist darum höchstwahrscheinlich, daß, wie das schon p. 1196 betont wurde, die verwendete Konzentration des Äthers Zaleski's abweichende Befunde erklärt. Wir können daher als sicherstehendes Resultat hervorheben, daß die verwendeten Narkotika in bestimmten Konzentrationen fördernd auf die hydrolytischen Prozesse zu wirken vermögen, womit ohne weiteres die seinerzeit (Oswald Richter, V., 1908, 106) beobachteten Erscheinungen der Turgorsteigerung und deren Folgen, wie Zerreißen, Zerplatzen usf. eine sinngemäße Erklärung finden.

Diese Befunde verhalten sich zu den Beobachtungen von Puriewitsch, Winkler, Reinhard, Suschkoff und Butkewitsch an Chromatophoren etwa so wie das Bild zum Spiegelbilde. Wir sehen, daß in voller Übereinstimmung mit dem oben Gesagten Chloroplasten, selbst wenn sie auf Zucker liegen, in der Narkose die Fähigkeit verlieren, aus Zucker Stärke zu bilden, ja, daß sie vielmehr, wenn sie Stärke besaßen, sie auch noch auflösen. Dieser Tatsache tuen gewiß die Befunde mit Antipyrin, salzsaurem Morphin und Koffein keinen Eintrag, da man sagen kann, daß in diesen Experimenten vielleicht noch nicht jene Konzentration in Anwendung kam, die hemmend auf die Stärkebildung gewirkt hätte.

Ungemein auffallend ist die geringe Auswahl an Narkotika, die bei sämtlichen angeführten Untersuchungen benützt wurden. Unter ihnen stehen naturgemäß Äther und Chloroform obenan, die übrigen Stoffe, wie Koffein, Terpentin, Morphium, Leuchtgas, Laboratoriumsluft u. a. sind in der Liste nur einmal oder höchstens zweimal vertreten.

Erläuterung zur Tabelle.

Ä = Äther.	*s n* = sehr niedrige Konzentration.
Cl = Chloroform.	*m st* = mittelstarke »
Lg = Leuchtgas.	*st* = starke »
Lg sp = Leuchtgasspuren.	*stä* = stärkst ertragbare »
LL = Laboratoriumsluft.	*t* = tötende »

Die Narkotika wirken			
auf die Stärkebildung		auf die Zucker- und Aminosäureproduktion	
fördernd	hemmend	fördernd	hemmend
Reinhard u. Suschkoff (1905) [Antipyrin, salzsaures Morphin, Koffein].	Puriewitsch (1898) [*A*; *Cl*]. Winkler (1898) [*A*; *Cl*]. Reinhard und Suschkoff (1905) [*A*]. *A* wirkt auch fördernd auf die Stärkelösung. Butkewitsch (1908) [*Cl*; Toluol].	Johannsen (I., 1897) [*A*; *m st*; *st*; *stä*; *t*]. Johannsen (II., 1902) [*Cl*]. Puriewitsch (II., 1898) [*A*]. Zaleski (I., 1900) [Koffein]. Bertel (1902) [*Cl*]. Leschtsch (1903) [Terpentin; *s n*]. Prianischnikow (II., 1904) [*Lg sp* der *LL*]. Butkewitsch (1908) [*Cl*; Toluol]. Oswald Richter (1908) [*LL*, *Lg*]. Grafe u. Vieser (1909); Grafe (1911) [Formaldehyd]. Deleano (1911) [*Cl*]. Hempel (1911) [*A*; *m st*; *st*; *t*]	Johannsen (I., 1897) [*A*; *s n*]. Czapek (1897) [*Cl*]. Zaleski (I., 1900) [*A*]. Leschtsch (1903) [Terpentin; *st*]. Hempel (1911) [*A*; *stä*].

Analysieren wir nun auch noch die Begriffe, wie Leuchtgas oder Laboratoriumsluft, so müssen wir überdies zugeben, daß sie etwas komplex sind und daß es somit sehr wünschenswert war, die eigentlich verantwortlichen Komponenten dieser Gasgemische kennen zu lernen.[1] Auch war nachzusehen, ob nicht noch andere Narkotika, den Begriff im Sinne Overton's und H. Meyer's genommen, in chemischer Beziehung ein analoges Verhalten zeigen würden, wie die bereits untersuchten.

Auch erscheint es auffallend, daß sich alle Autoren auf die Frage nach dem Verhalten des Zuckers und der Aminosäuren beschränkten und niemand den Versuch machte, ob nicht vielleicht auch andere Verbindungen, etwa Fettsäuren oder Glycerin, die doch speziell bei der Fettsynthese fetthaltiger Samen eine so große Rolle spielen (vgl. die neueste Arbeit über dieses Thema von Iwanow, 1911, 595), sich unter dem Einflusse der Narkotika ähnlich verhalten wie Zucker und Aminosäuren. Ein solcher Gedanke war um so lockender, als gerade Keimlinge von Fettsamen, wie die des Kürbis, durch Zerplatzen, Kernverschmelzungen usf. in ganz hervorragender Art auf den Narkotikaeinfluß reagieren.

Endlich war noch daran zu denken, daß, wie dies schon von Butkewitsch (II., 1908) für Chloroform und Toluol gezeigt wurde, die Fermentwirkungen in exquisiter Weise durch Narkotika der verschiedensten Art beeinflußt würden.

Damit habe ich auch die wichtigsten Punkte berührt, die uns bei der Bearbeitung des vorliegenden Themas interessierten und noch gefesselt halten. Bei der Bewältigung der gestellten Fragen fiel mir naturgemäß der physiologische, Kollegen Grafe der chemische Teil der Arbeit zu.

Die Wahl gerade des Acetylens als Narkotikum war historisch begründet. Hat ja doch Neljubow (1901, 8) unter den in Laboratoriumsluft vorkommenden Stoffen gerade auf dieses Gas als auf eines der wirksamsten hingewiesen, das besser als alle anderen die horizontale Nutation der Erbsen, Linsen und Wicken beeinflußt.

[1] So vermutet z. B. Prianischnikow (II., 1904, 3) bloß, daß das Leuchtgas der Laboratoriumsluft für den chemischen Effekt verantwortlich zu machen sei. Eigene Versuche mit Leuchtgas stellte er nicht an.

Eigene Versuche.

Versuche mit Keimlingen.

Einleitende Bemerkungen.

Die Versuchsanstellung wurde möglichst der in den beiden Arbeiten (Oswald Richter, I., 1903, 180; II., 1906 [266], 2) beschriebenen angepaßt. Dabei erwies es sich als vollkommen verfehlt, in der Sorge um recht zahlreiches Analysenmaterial zwei bis drei mit Samen dicht belegte gläserne Keimschalen unter eine Glocke zusammenzudrängen, da unter diesen Bedingungen anscheinend O-Not jedes energische Wachstum verhindert. Die Erfahrung lehrte, daß bei großen Samen je eine Schale für reine Luft und Acetylen völlig genügte.

Die Versuchsvorbereitung.

Die Samen wurden 6 bis 12 Stunden in einer flachen Krystallisierschale quellen gelassen, worauf sie in mit frischem weißen Filtrierpapier ausgekleidete Krystallisierschalen ausgelegt, befeuchtet und im Warmhaus in *rL*[1] unter Dunkelsturz zum Keimen gebracht wurden. Aus der großen Menge der mehr minder ungleichmäßig gekeimten Samen wurden nun nach Erreichung einer Wurzellänge von rund 1 *cm* bei Erbsen und Wicken, rund $1^1/_2$ *cm* bei *Cucurbita Pepo*, die Samen gleichen Entwicklungsstadiums in neue mit neuem weißen Filtrierpapier ausgelegte Krystallisierschalen übertragen, mit feuchtem Filtrierpapier bedeckt und, neuerlich ins Dunkle gestellt, bis zu der in den Protokollen angegebenen Länge austreiben gelassen, worauf je eine oder je zwei Schalen mit völlig gleichwertigem Material für die *rL*-, beziehungsweise die *A*-Atmosphäre beim Versuche verwendet wurden.

Bei Senf- und Leinsamen vereinfachte sich die Vorbehandlung insoferne wesentlich, als im Hinblick auf die Verschleimung der Samenschale ein Vorquellen zweckmäßig unterblieb und die Samen somit gleich auf die definitiven Versuchskrystallisierschalen ausgelegt wurden.

Die benützten Glocken hatten einen Fassungsraum von 13 *l*. Anfangs wurden sie mit weißem Filtrierpapier ausgekleidet und innen völlig befeuchtet. Da aber trotzdem nicht selten bei den angewandten Temperaturen die Filtrierpapiere, auf denen die Samen lagen, völlig abtrockneten, wurde mit weit mehr Erfolg für die Feuchthaltung des Keimlingsmaterials direkt über die Keimlinge ein befeuchtetes weißes Filtrierpapier gelegt.

Die Versuchsanstellung.

Auf zwei Keimschalen von rund 35 *cm* Durchmesser wurde Leitungswasser gegeben, darein die oben beschriebenen Krystallisierschalen mit den Keimlingen gestellt — je nach der Größe der Samen je eine oder je zwei — die

[1] *rL* = reine Luft, *A* = Acetylen.

nun ihrerseits wieder von den 13 *l* fassenden Glocken überstülpt wurden. Den *A*-Glocken wurde nun etwa jeden Tag die in den Protokollen verzeichneten *A*-Mengen zugesetzt. Da nun mit der *A*-Zugabe notgedrungen eine Lüftung der *A*-Glocken verbunden war, wurde jedesmal anschließend an diese Prozedur die *rL*-Glocke auf ihrer mit Wasser abgeschlossenen Keimschale von der Stelle, wo der Versuch stand, z. B. aus dem dunklen Thermostaten ins Glashaus übertragen, dort gelüftet und mit der frisch gefaßten *rL* an die alte Stelle zurückgestellt.

Der Versuchsschluß.

Vor der Beendigung des Versuches erfolgte die Messung der längsten und kürzesten Keimlinge, wie das auch aus den Protokollen hervorgeht, womit die Wägung beginnen konnte.

Versuche mit Knollen und Trieben.

Bei den Versuchen mit Kartoffelknollen wurden in Sand oder Erde in der Einzahl eingesetzte Knollen verwendet und mit Glocken von 4·2 *l* Fassungsraum überstülpt und, auf Glasschälchen stehend, mit H_2O abgeschlossen. Zur Analyse genügt eine Knolle samt Sprossen auch zur getrennten Analyse der Organe. Bei der Vorbereitung des Versuches wurde selbstverständlich möglichst auf Gleichalterigkeit, gleiche Länge und gleiches Aussehen der Versuchsobjekte Gewicht gelegt.

In allen Fällen endlich, wo Licht- und Dunkelversuche in Szene gesetzt wurden, standen sämtliche Versuchsobjekte nebeneinander im Versuchsraume des pflanzenphysiologischen Institutes der Wiener Universität, die Lichtversuche bloß mit Glasglocken, die Dunkelversuche überdies mit Zinkdunkelstürzen bedeckt.

Damit kann ich, indem ich bezüglich weiterer Details auf meine im Anhange mitgeteilten Protokolle und V. Grafe's Tabelle über die chemischen Analysen verweise, Kollegen Grafe das Wort überlassen.

Zweiter Teil.

Methodik der chemischen Untersuchung.

Das zu den Versuchen verwendete Acetylen wurde in folgender Weise entwickelt: Ein Rundkolben wird mit einem Kautschukstöpsel mit doppelter Bohrung versehen, in deren einer ein mit Wasser beschickter Tropftrichter, in deren anderer ein rechtwinkeliges, durch einen Kautschukschlauch mit einer

Waschflasche verbundenes Glasrohr steckte. Diese war mit salzsaurer Sublimatlösung beschickt. Der Kolben wurde vor jedem Versuche mit einigen Stücken käuflichen Calciumcarbids versehen und durch Auftropfen von Wasser ein Acetylengasstrom entwickelt. Das gewaschene Gas wurde unter Wasser in geeichten Eprouvetten aufgefangen.

Die chemische Untersuchung des Pflanzenmaterials wurde folgendermaßen durchgeführt:

1. Auf Zucker. Das Material wurde nach Abtrocknen mit Filtrierpapier gewogen (Lebendgewicht) und dann mit der Schere gröblich zerkleinert, hierauf in gewogenen gläsernen Uhrschalen in den Trockenschrank gebracht und unter allmählicher Steigerung der Temperatur mehrere Stunden bei 100° C. getrocknet. Die gepulverte, staubtrockene, gewogene (Trockengewicht) Pflanzenmenge im Rundkolben mit stets gleichbleibenden Mengen Flüssigkeit unter Verwendung eines Rückflußrohres mit 50prozentigem Alkohol am Wasserbade 3 Stunden extrahiert, die kalten, braun gefärbten Extrakte mit Bleizucker von Eiweiß und anderen Verunreinigungen befreit und nach 24stündigem Stehen über eine mit ausgeglühter Kohle belegte Nutsche abgesogen, wobei durch Hinzufügung von Essigsäure für die Vermeidung von Verlusten bei dieser Filtration gesorgt wurde. Im klaren, wenig gefärbten Filtrate wurde nunmehr durch Schwefelsäure das Blei ausgefällt und die vom Bleisulfat abfiltrierte Flüssigkeit am Wasserbade behufs Hydrolyse längere Zeit erwärmt. Nunmehr wurde dieselbe im Meßkolben auf ein bestimmtes Volumen gebracht und in je 10 *cm*³ der Zucker nach der Methode von J. Bang[1] durch Titration mit Rhodankali bestimmt.

2. Auf Aminosäuren. Die in der vorbeschriebenen Art und Weise getrockneten und zerkleinerten Pflanzenteile wurden mit Wasser durch eine halbe Stunde am schwach siedenden Wasserbade ausgezogen, die Extrakte durch Zusatz von zehnprozentiger Tanninlösung von Proteinstoffen befreit, die dadurch erzeugten Niederschläge nach 24stündigem Stehen durch Zu-

[1] J. Bang, Zur Methode der Zuckerbestimmung. Biochem. Zeitschrift. Bd. 2, p. 271 (1906).

satz einiger Tropfen Bleiacetatlösung zum leichteren Absaugen gebracht. Den Filtraten wurde pro 100 cm^3 je 10 cm^3 konzentrierter Salzsäure zugesetzt und nunmehr zwecks Zersetzung der Aminosäuren am Rückflußkühler 2 Stunden lang gekocht, worauf die Flüssigkeit nach dem Erkalten mit Natronlauge annähernd neutralisiert und dann unter Zusatz von gebrannter Magnesia der Destillation im Vakuum unterworfen wurde. Das im Vakuum bei einer Temperatur von 40° übergehende Ammoniak wurde in 50 cm^3 genau eingestellter zehntelnormaler H_2SO_4 aufgefangen und der Schwefelsäure-Überschuß durch zehntelnormale KOH zurücktitriert. Zur Destillation wurde der bewährte, von E. Schulze und E. Winterstein beschriebene,[1] leider sehr gebrechliche Apparat verwendet. Asparagin und Glutamin gehen bekanntlich bei der Behandlung mit verdünnter Säure unter Wasseraufnahme nach den Gleichungen

$$C_2H_3NH_2\begin{cases}CONH_2\\COOH\end{cases} + H_2O = C_2H_3NH_2\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases} + NH_3,$$

Asparagin — Asparaginsäure

respektive

$$C_3H_5NH_2\begin{cases}CONH_2\\COOH\end{cases} + H_2O = C_3H_5NH_2\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases} + NH_3$$

Glutamin — Glutaminsäure

in Asparaginsäure, respektive Glutaminsäure und Ammoniak über, wobei 132 Teile Asparagin 17 Teile Ammoniak ergibt, welche Quantität Ammoniak von 146 Teilen Glutamin geliefert wird. Das in den Versuchen gefundene Ammoniakquantum wurde unter Vernachlässigung der vielleicht vorhandenen, ebenfalls Ammoniak liefernden Allantoinspuren auf Asparagin berechnet.

3. Fett. Hier wurde aus dem getrockneten Pflanzenmaterial nicht nur das Fett im chemischen Sinne, sondern die

[1] E. Schulze und E. Winterstein in E. Abderhalden's Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, II. Band, p. 527. Urban & Schwarzenberg, Wien 1910.

Gesamtmenge der in Äther löslichen Stoffe ausgezogen. Das Material wurde zunächst mit Alkohol wiederholt ausgekocht, die ausgekochte Masse gut abgepreßt, bei niedriger Temperatur getrocknet und im Soxhletapparat mit Äther extrahiert; vom alkoholischen Auszug wurde der Alkohol möglichst abdestilliert und die wässerig-alkoholische Lösung gründlich mit Äther geschüttelt. Die im Scheidetrichter abgetrennte Ätherlösung wurde nun noch mit kleinen Mengen Wasser geschüttelt, um Zucker, Dextrine etc. abzuscheiden, durch ein trockenes Filter filtriert und mit dem Soxhletextrakte vereinigt. Der Rückstand nach Abdestillieren des Äthers wurde gewogen und als »Gesamtfett« bezeichnet.

Zur Bestimmung der Fettsäuren, welche sich in einigen Versuchen als notwendig erwies, wurde das Gesamtfett in einem neutralen Gemische von zwei Teilen Äther und einem Teil Alkohol gelöst und gegen zehntelnormale wässerige KOH unter Verwendung von Phenolphtalein als Indikator titriert.

Zur Bestimmung des Glycerins, welches aus dem Fett, etwa durch Lipasespaltung entstanden sein konnte, wurde zunächst das getrocknete Pflanzenmaterial mit sorgfältig gereinigtem Äther zur Entfernung des Fettes extrahiert, der Rückstand auf dem Wasserbade wiederholt mit Alkohol ausgezogen, filtriert und das Filtrat in einem Becherglase zum Abdampfen des Alkohols aufs Wasserbad gebracht, wobei die Wände des Glases wiederholt mit kleinen Mengen Wassers abgespritzt wurden. Der Rückstand wurde im Meßkölbchen auf 25 cm^3 gebracht, 10 g Kalihydrat und hierauf in der Kälte unter Schütteln 30 cm^3 einer fünfprozentigen $KMnO_4$-Lösung zugefügt. Nach einer halben Stunde Stehens bei gewöhnlicher Temperatur wurde H_2O_2 zugesetzt, bis die Flüssigkeit über dem Niederschlag farblos erschien, auf 1000 cm^3 aufgefüllt und davon 500 cm^3 durch ein trockenes Filter filtriert. Das Filtrat wurde eine halbe Stunde erhitzt, um alles H_2O_2 zu zerstören, auf 60° abgekühlt, mit Schwefelsäure angesäuert und die entstandene Oxalsäure mit normaler $KMnO_4$-Lösung titriert.[1] Da 1 Molekül

[1] Benedikt-Zsigmondy'sches Verfahren in der Modifikation von C. Mangold, Zeitschrift für analyt. Chemie, Bd. 31, p. 718 (1892).

Glycerin genau 1 Molekül Oxalsäure und 1 Molekül Kohlensäure liefert, wenn man es in stark alkalischer Lösung mit Permanganat oxydiert:

$$C_3H_8O_3 + 3O_2 = C_2H_2O_4 + CO_2 + 2H_2O,$$

und da ferner 1000 cm^3 normale $KMnO_4$ 45·008 g Oxalsäure entsprechen, so sind damit die Daten für die quantitative Bestimmung des Glycerins gegeben.

Die Ergebnisse der Analysen mögen in der beigegebenen Tabelle I nachgesehen werden.

Zusammenfassung.

1. Das Acetylen ist in ganz hervorragender Weise zu Studien über den Einfluß von Narkotika[1] auf die chemische Zusammensetzung von Pflanzen geeignet.

2. Es findet bei den in Anwendung gebrachten Konzentrationen 0·038, 0·046, 0·076, 0·19, 0·2, 0·29 und 0·69 Volumprozent pro Tag, und zwar um so besser, je höher die gewählte Konzentration war, bei kohlehydrathältigen Objekten, wie Erbsen, den vorzüglich verwendeten Versuchspflanzen, Wicken (*Vicia sativa* und *V. villosa*), Linsen und Kartoffeln (Knollen und Triebe) eine mehr minder starke Anhäufung von Zucker- und Amidoverbindungen gegenüber den Kontrollpflanzen statt, ein Unterschied, der bei Keimpflanzen von fetthaltigen Samen, wie denen von Kürbis und Senf, nicht zu bemerken ist. Ja, es zeigt sich sogar in den Reine-Luft-Keimlingen dieser Samen ein geringer Überschuß an Zucker- und Amidoverbindungen gegenüber den Versuchspflanzen in Acetylenatmosphäre.

3. Auf Grund eingehender, den Keimlingen von Kürbis, Senf und Lein gewidmeten Untersuchungen wurde eine bisher anscheinend bei Narkoseuntersuchungen noch nicht beobachtete, nicht unbedeutende, vielleicht auch für die Theorie der Narkose wichtige Anreicherung von Glycerin und eine Speicherung von Fettsäuren nachgewiesen. In einem bestimmten Falle, in einem

[1] Die Bezeichnung im Sinne von Overton und H. Meyer genommen.

Experiment mit Senfsamen, verhielten sich die Glycerinmengen in Keimlingen der reinen Luft zu denen der in Acetylenatmosphäre sogar wie 3·15% : 4·98% und die Säurezahlen pro 100 *g* Trockensubstanz wie 28·55 : 45·83.

4. Die besprochenen Differenzen in dem Zucker-, Amidoverbindungen-, Fettsäuren- und Glyceringehalte finden sich nicht nur bei gleich alten, sondern auch bei gleich langen Keimlingen. Die Differenz in der Zusammensetzung kommt daher nicht etwa gewissermaßen indirekt zustande dadurch, daß man zurückgebliebene mit weit entwickelten Pflanzen vergleicht, sondern sie ist zweifellos als solche vorhanden, ein Moment, das bei chemischen Analysen analoger Art bisher nie Berücksichtigung fand.

5. Die gleichen Ergebnisse wurden bei absichtlichem Leuchtgaszusatz erzielt, so daß man sagen kann, es habe bei den Befunden Prianischnikow's mit Laboratoriumsluft und den vorliegenden mit Leuchtgas das Acetylen einen sehr gewichtigen Anteil an dem Ausfall der Experimente.

6. Die Differenzen im Gehalt an Zucker und Aminosäuren in den Narkotika- und Reine-Luft-Pflanzen ließen sich ohne weiteres im Anschluß an Johannsen's Auffassung erklären, indem man annimmt, daß das Acetylen wohl imstande ist, die Kondensationsprozesse zu hemmen, die Hydrolysierungsprozesse aber unter den gegebenen Verhältnissen nicht zu beeinflussen vermag.

Der Versuch, diese Auffassung auch auf unseren Befund an Fettsamen auszudehnen, würde etwa, eine weitere Bestätigung durch andere Versuche vorausgesetzt, die folgenden Relationen ergeben:

In Acetylenatmosphäre	In reiner Luft wurden
wurden mehr Glycerin,	mehr Zucker,
mehr Fettsäuren,	mehr Fett,
	mehr Amidoverbindungen,
dagegen	dagegen
weniger Zucker,	weniger Glycerin und
weniger Fett und	weniger Fettsäuren
weniger Amidoverbindungen	

nachgewiesen als	nachgewiesen als
in den Kontrollpflanzen in reiner Luft.	in den Acetylenpflanzen.

Da aus Glycerin Zucker, aus Fettsäuren in Verbindung mit Glycerin Fett entstehen kann, andrerseits Glycerin in engem Zusammenhange mit den Kohlehydraten steht (siehe Iwanow, 1911), so dürfte dem Gedankengange kaum etwas im Wege stehen, daß das Acetylen die Synthese des Glycerins zu Zucker oder die des Glycerins in Verbindung mit Fettsäuren zu Fett unterdrückt, während es den Abbau der Stärke und des Zuckers zu Glycerin und ähnlichen Verbindungen ungestört vor sich gehen läßt. Damit haben wir aber im vorliegenden Fall eine ganz neue Illustration der Johannsen'schen Ansicht vor uns.

7. Die Differenzen in der chemischen Zusammensetzung, die in ziemlich gleicher Weise im Lichte und im Dunkeln wahrgenommen werden können, machen die beobachteten physiologischen und habituellen Unterschiede der Narkotika- und Reine-Luft-Pflanzen, wie die enorme Turgorsteigerung, das Zerplatzen und Zerreißen der Keimlinge, ihre Hemmung im Längen- und ihre Förderung im Dickenwachstum u. a. m. begreiflich.

Über die Fermentfrage und die Wirkung anderer Narkotika als Acetylen soll in einer zweiten Mitteilung berichtet werden.

Literatur.

Bang J.: Zur Methode der Zuckerbestimmung. Biochem. Zeitschrift, Bd. 2, p. 271 (1906).

Bertel R.: Über Tyrosinabbau in Keimpflanzen. Ber. d. d. bot. Ges. 1902, Bd. XX, p. 454.

Borodin J.: Über die physiologische Rolle und die Verbreitung des Asparagins im Pflanzenreiche. Botanische Zeitung, 1878, 36. Jahrg., Nr. 51, 52, p. 801 und 817.

Butkewitsch W.: I. Über das Vorkommen proteolytischer Enzyme in gekeimten Samen und über ihre Wirkung. II. vorl. Mitt. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1900, Bd. XVIII, p. 358.

— II. Zur Frage über die Umwandlung der Stärke in den Pflanzen und über den Nachweis der amylolytischen Enzyme. Biochem. Zeitschrift, Bd. X, 1908, p. 314.

Czapek Fr.: Über die Leitungswege der organischen Baustoffe im Pflanzenkörper. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 106, Abt. I, März 1897, p. [117] 1.

Deleano Nicolas T.: Über die Ableitung der Assimilate durch die intakten, die chloroformierten und die plasmolysierten Blattstiele der Laubblätter. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 49, 2. Heft, 1911, p. 129.

Emich F.: Über Mikrochemie, mit besonderer Berücksichtigung der Arbeiten von H. Behrens. Ber. d. d. chem. Ges., 1910, p. 28.

Grafe V.: I. Untersuchungen über das Verhalten grüner Pflanzen zu gasförmigem Formaldehyd. II. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1911, Bd. XXIX, H. 2, p. 19.

— II. Die biochemische Seite der Kohlensäure-Assimilation durch die grüne Pflanze. Biochem. Zeitschrift, 1911, Bd. 32, H. 2, p. 114.

— III. Leben und Licht. Naturw. Wochenschr. Neue Folge, Bd. X, 1911, Nr. 42, p. 657.

Grafe V. und Vieser E.: Untersuchungen über das Verhalten grüner Pflanzen zu gasförmigem Formaldehyd. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1909, Bd. XXVII, H. 7, p. 431.

Hettlinger M. A.: Influence des blessures sur la formation des matières protéiques dans les plantes. Revue générale de botanique. T. XIII, p. 248, 1901.

Hempel Jenny: Researches into the effect of etherization on plant-metabolism. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark, Copenhague. 7me série, Section des Sciences, t. VI, No 6, p. 213 [1], 1911.

Johannsen W.: I *a*. Studier over Planternes periodiske Livs yttringer I. Om antagonistiske Virksomheder i Stofskiftet särlig under Modning og Hoile. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 6. Räkke, naturw. og math. Afdeling VIII. 5. p. 275—394, 1897.

I *b*. Über antagonistische Wirkungen im Stoffwechsel, besonders während der Reife und Ruhe. Ref. zu I *a*. Just's Bot. Jahresb., 25. Jahrg., 1897, p. 143.

— II. Über Rausch und Betäubung der Pflanzen. Naturw. Wochenschrift. Neue Folge, Bd. II. d. ganz. Reihe XVIII. Bd., Nr. 9, 30. Nov. 1902, p. 97.

— III. Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. II. Aufl. Jena 1906. Verlag von Gust. Fischer.

Iwanow S.: Über Ölsynthese unter Vermittlung der pflanzlichen Lipase. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1911, Bd. XXIX, H. 8, p. 595.

Leschtsch Marie: Über den Einfluß des Terpentinöls auf die Verwandlung der Eiweißstoffe in den Pflanzen. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1903, Bd. XXI, p. 425.

Mangold C.: Benedikt-Zsigmondy'sches Verfahren. Zeitschrift für analyt. Chemie, Bd. 31, p. 718 (1892).

Molisch H.: Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena, Verlag von Gust. Fischer, 1892.

Morkowine M. N.: I Recherches sur l'influence des anesthésiques sur la respiration des plantes. Revue générale de botanique 1899, T. XI, p. 289.

— II. Recherches sur l'influence des alcaloïdes sur la respiration des plantes. Ebenda, 1901, T. XIII, p. 109.

Neljubow D.: Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderer Pflanzen (vorl. Mitt.). Beih. z. Botan. Zentralbl. Bd. X, H. 3, 1901. Sep. Abdr.

Prianischnikow N.: I. Zur Frage der Asparaginbildung (vorläufige Mitteil.). Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1904, Bd. XXII, p. 35.

— II. Über die Einwirkung von 4% Schwefelsäure auf pflanzliche Proteinstoffe und über deren Zerfall in der lebenden Pflanze. Berlin 1904. Deutscher Verlag.

Puriewitsch: I. Zur Frage über Verwandlung der Stärke in der Pflanzenzelle. Kiew 1896. (Russisch.) Zitiert nach Leschtsch.

— II. 1898. Zitiert nach Butkewitsch, II.

Reinhard und Suschkoff: Beiträge zur Stärkebildung in der Pflanze. Beih. z. bot. Zentralbl., Bd. XVIII, 1. Abt. Anatomie etc., 1905, p. 133.

Richter Oswald: I. Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1903, Bd. XXI, H. 3, p. 180.

— II. Über den Einfluß verunreinigter Luft auf Heliotropismus und Geotropismus. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXV, Abt. I, März 1906, p. [265] 1.

— III. Über Anthokyanbildung in ihrer Abhängigkeit von äußeren Faktoren. Med. Klinik, Jahrg. 1907, Nr. 34.

— IV. Über den Einfluß der Narkotika auf die Anatomie und die chemische Zusammensetzung von Keimlingen. Mit Demonstrationen. Verh. d. Ges. deutscher Naturforscher und Ärzte, 80. Versammlung zu Köln, 20. bis 26. September 1908. II. T., 1. Hälfte, Abt. für Bot., p. 189.

— V. Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre von Narkotika. Mit Demonstrationen. Sonderabdruck a. d. naturw. Zeitschrift »Lotos«, Bd. 56, 1908, H. 3, p. 106.

— VI. Neuere Untersuchungen über Narkose im Pflanzenreiche. Mitteil. d. Naturw. Vereines a. d. Universität Wien. IX. Jahrg., 1911, Nr. 1, p. 14, 15.

— VII. Narkose im Pflanzenreiche. Verlag Gebr. Borntträger, Berlin 1912.

Richter Oswald: VIII. Die Fortschritte der botanischen Mikrochemie seit Zimmermann's »Botanischer Mikrotechnik«. Zeitschr. f. w. Mikroskopie u. f. mikrosk. Technik. Bd. XXII, 1905, p. 398.

Schulze E: I. Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 1886, Bd. XXXIII, p. 118.

— II. Über Tyrosinbildung in den keimenden Samen von *Lupinus albus* und über den Abbau primärer Eiweißzersetzungsprodukte in den Keimpflanzen. Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1903, Bd. XXI, p. 64.

— und Winterstein E.: In E. Abderhalden's Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, II. Bd., p. 527. Urban & Schwarzenberg, Wien 1910.

Suschkoff siehe Reinhard.

Vieser Emmy vgl. Grafe V.

Winkler H.: Untersuchungen über die Stärkebildung in den verschiedenartigen Chromatophoren. Jahrb. f. wiss. Bot., 32. Bd., 1898, 525.

Zaleski W.: I. Zur Ätherwirkung auf die Stoffumwandlung in den Pflanzen (vorläufige Mitteilung). Ber. d. d. bot. Ges., Jahrg. 1900, Bd. XVIII, H. 6, p. 292.

— II. Beiträge zur Kenntnis der Eiweißbildung in den Pflanzen. Ebenda, Jahrgang 1901, Bd. XIX, p. 331.

Tabellen.

Die chemischen Analysen.

Tabelle

Die chemischen

Versuchsnummer[1]	Versuchsmaterial	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
I. Versuche mit Acetylen:								
				g	*g*		*mg*	
1	Erbsen	16. XI. 1910	*rL*	55·6	18·6	34	14	1·5
			A	42·75	13·5	23	27	3
2		1. II. 1911	*rL*	120	37·5	26·3	22	0·59
			A	111	35	14·5	37·5	1·04
3		3. II. 1911	*rL*	108	38	31·4	17	0·7
			A	112	35·5	15·2	36	1·5
4		6. XI. 1911	*rL*	318	48	36·4	12	2·5
			A	217	34	42·8	6·12	1·8
5	Linsen	14. II. 1911	*rL*	152	47	21·5	30	0·96
			A	178	60	20	31	0·51
6	*Vicia sativa*	25. II. 1911	*rL*	43	10·5	42	6	0·57
			A	43	12	21·4	30	2·5
7	» Dunkelvers.	6. III. 1911	*rL*	80	28	29	19	0·7
			A	73	26	23	26	1
8	*Vicia villosa*	30. III. 1911	*rL*	44	8·6	19	31	4·32
			A	43	8·6	16	35	5

[1] Die fortlaufenden Versuchsnummern der Tabelle I stimmen mit denen Analyse verwendete Material ermöglicht wird.

Nr. I.

Analysen.

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins	In Prozenten der Trockensubstanz
1. mit stärkehaltigen Objekten.								
mg		*cm³*	*g*		*g*		*g*	
		5	0·136	0·75				
		16	0·435	3·22				
		6·3	0·1713	0·46				
		27·7	0·7532	2·15				
		5·4	0·148	0·39				
		26·1	0·7321	2·1				
		55·6	1·511	3·15				
		55·7	1·521	4·47				
		26·1	0·7321	1·55				
		25·2	0·7283	1·22				
		6	0·1630	1·5				
		8·7	0·2366	1·97				
		32·8	0·8921	3·1				
		33·8	0·9193	3·76				
		11	0·2992	3·48				
		14·9	0·4053	4·71				

der Tabelle II überein, womit eine sofortige Orientierung über das zur

Versuchsnummer	Versuchsmaterial	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
				g	*g*		*mg*	
9	Kartoffelsprosse Dunkel	20. III. 1911	*rL*	23	6·2	5·1	50	8·33
			A	19·5	1·2	34·4	14	12·5
10	Kartoffelknolle Lichtversuch	1. VI. 1911	*rL*	49	5·2	42·75	6	2·8
			A	48	4·8	41·65	7	3·1
	Kartoffelsprosse Lichtversuch	1. VI. 1911	*rL*	16	3	35·4	13	10·8
			A	16	2·2	29·6	19	23·2
11	Kartoffelknolle Dunkelvers.	1. VI. 1911	*rL*	45	4·3	40·6	8	3·9
			A	48	6	36·4	12	5
	Kartoffelsprosse Dunkelvers.	1. VI. 1911	*rL*	17	2	38·4	10	12·6
			A	18	1·9	33·45	15	18·3
12	Kartoffelknolle Lichtversuch	2. VI. 1911	*rL*	47	4·5	41·65	7	3
			A	43	7	39·50	9	3·1
	Kartoffelsprosse Lichtversuch	2. VI. 1911	*rL*	19	2·5	37·4	10·5	10·5
			A	18	3	26	23	19·7
13	Kartoffelknolle Dunkelvers.	2. VI. 1911	*rL*	52	5	42·75	6	2·9
			A	48	3·9	41·65	7	3·5
	Kartoffelsprosse Dunkelvers.	2. VI. 1911	*rL*	19	3·5	31·5	17	12·4
			A	17·5	3·8	20·15	30	18·7
2. mit eiweiß-								
14	*Lupinus albus*	14. X. 1911	*rL*	51·2	3·7			
			A	29·3	2·3			

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins	In Prozenten der Trockensubstanz	Nummer der Bemerkungen
mg		cm^3	*g*		*g*		*g*		
5·1	51·2								.
3·8	37·8								.
									.
3·9	49·1								.
2·8	26								.
									.
6·8	48·5								.
4·2	41·2								.
									.
4	50								.
3	31·3								.
									.

haltigen Samen.

		7	0·1924	5·2					.
		4·9	0·1311	5·7					

Versuchsnummer	Versuchsmaterial	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
				g	*g*		*mg*	
3. mit fett-								
15	Kürbis	11. III. 1911	*rL*	85	9			
			A	85	7			
16		8. IV. 1911	*rL*	93	14	13·1	39	7
			A	100	12	25	24	5
17	Kürbis Dunkelv. *lK*[1]	28. IV. 1911	*rL*	126	11	31·6	14·5	7·7
				105	9			
			A	112	11	41·2	7·5	3·8
				74	8			
	kK	28. IV. 1911	*rL*	114	16	28·9	20	6·25
			A	82	8·5	32·1	16	5
18	Kürbis	19. V. 1911	*rL*	126	11			
			A	112	11			
19		6. X. 1911	*rL* a^2	80	5·6			
			rL a_2	26	4·2			
			A	52	4·5			
20	Senf	30. VI. 1911	*rL*	37·5	7·3			
			A	42	4·8			
21		3. VII. 1911	*rL*	27	3·8			
			A	25	2·9			

[1] *lK* = lange Keimlinge der oberen Schalen.
kK = kurze Keimlinge der unteren Schalen.

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt.	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins pro 1 g Trockensubstanz	In Prozenten der Trockensubstanz	Für die Säurezahl verbrauchte n_{10} NaOH	Detto für 100 g
haltigen Samen.									
	cm^3	g		g		g		cm^3	cm^3
				0·9085	10·06				
				0·3517	5·02				
	12·8	0·3482	3·86	1·25	11·25				
	6·5	0·1768	2·21	0·49	4·41				
				0·49	2·94				
				0·12	1·5				
								4·092	37·2
								4·785	43·5
				0·1425	2·6			0·97	18
				0·5707	13·6			0·34	8
				0·0884	2			1·35	30
						0·0315	3·15	1·5	28·55
						0·0498	4·98	2·2	45·83
				0·0798	2·1			0·8	21
				0·0522	1·8			1·2	41·4

[2] gn = gleich alte, normal entwickelte Keimlinge.
gz = gleich alte, zurückgebliebene Keimlinge.

Versuchsnummer	Versuchsmaterial	Datum	Atmosphäre	Lebendgewicht	Trockensubstanz	In 10 cm^3 verbrauchte Menge Hydroxylamin	Menge des reduzierenden Zuckers in 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz
				g	*g*		*mg*	
22	Lein	8. I. 1912	*rL*	23	2·1			
			A	21	2			
23		17. I. 1912	*rL*	32	3·5			
			A	28	3			
24		7. II. 1912	*rL*	36	5			
			A	28	3			
								II. Versuche
25	Kartoffelsprosse Lichtversuch	7. III. 1911	*rL*	27	2	40	9	11·25
			Leuchtgas	13·5	1	39·2	10	25
	Kartoffelknollen Lichtversuch	7. III. 1911	*rL*	58	9	36·7	12	3·3
			Leuchtgas	69	14	28·7	20	3·57
	Kartoffelknolle	7. III. 1911	*rL*	160	32	34·7	14	2·27
			Leuchtgas	170	35	16·8	34	5·05
26	Kartoffelsprosse Dunkelvers.	7. III. 1911	*rL*	27·5	2	25·1	24	12
			Leuchtgas	22·5	2	13·1	39	19·5
	Kartoffelknollen Dunkelvers.	7. III. 1911	*rL*	65	6	37·4	11	4·6
			Leuchtgas	65	6·5	32·2	16	6·15

Stärke als Zucker nach der Hydrolyse. In 10 cm^3 Extrakt	In Prozenten der Trockensubstanz	Verbrauchte H_2SO_4	Menge der Aminosäuren auf Asparagin bez.	In Prozenten der Trockensubstanz	Ätherlösliches (Gesamtfett)	In Prozenten der Trockensubstanz	Menge des Glycerins pro 1 g Trockensubstanz	Für die Säurezahl verbrauchte $^n/_{10}$ NaOH	Detto für 100 g
mg		cm^3	*g*		*g*			cm^3	cm^3
					0·4069	19·8		1	47·6
					0·4022	20·11		0·88	44
					0·6104	18		1·23	35·3
					0·5392	17·97		1·52	50·6
					0·2813	5·62		1·25	25
					0·1179	3·93		0·96	32

mit Leuchtgas.

184	51·2								
277	49·5								
120	56·25								
54	23·1								
114	47·6								
81·4	31·3								

Erläuterungen zu Tabelle II.

Die Längen- und Dickenbestimmungen sind, wo nichts Besonderes vermerkt ist, durchwegs in *cm* angegeben.

A = Acetylen.
rL = Reine Luft.
Lg = Leuchtgas.
Du. = Dunkelversuch.
Li. = Lichtversuch.
St. = Stengel.
Bl. = Blatt.
K. = Keimling.
Hyp. = Hypokotyl.
Kot. = Kotyledo.
Tr. = Trieb.
Wurz. = Wurzel.
l. Sw. = Längste Seitenwurzel.
o. = oben. [1]
m. = in der Mitte. [1]
u. = unten. [1]
o. S. = obere Schale.
u. S. = untere Schale.

Anmerkungen zu Tabelle II.

Die Glocken hatten durchwegs einen Fassungsraum von 13 *l*.

Ad 2. *a)* Da die Glasschalen des Versuches 4 am 3. II. unter die Glocken des Versuches 3 gegeben wurden, verteilte sich das *A* vom dritten Tag an auf eben hervorbrechende Keime des Versuches 4 und die entwickelten Keime des Versuches 3.

b) Am 4. II. wurde je eine Schale mit *rL*-, beziehungsweise *A*-Keimlingen zur Analyse verwendet.

Ad 3. Die Keimlinge dieses Versuches standen mit unter den Glocken des Versuches 2.

Ad 4. Zur Analyse gelangten etwa gleich lange, aber verschieden alte Pflanzen. Die *rL*-Pflanzen wurden erst am 13. XI. in den Thermostaten gegeben, nachdem sie am 10. XI. ausgelegt worden waren. Sie zeigten am Versuchsschluß üppige Entwicklung, ebenso wie die *A*-Pflanzen. Bei den *A*-Pflanzen kamen auch Seitenästchen vor von 0·4 bis 0·7 *cm* Länge mit 0·4 *cm* langen Blättchen und einer Dicke von 2 bis 3 *mm*.

Ad 5. Auf je zwei Schalen mit Linsen wurde unter jede Glocke eine Schale mit Bohnen gestellt, so daß das *A* pro Keimling wesentlich verdünnt wurde. Die Bohnen wurden am 16. II., weil verschimmelt, entfernt.

Ad 6. *a)* Die Keimlinge wurden am 25. II. mit der Pinzette aus Hunderten ausgesucht und so auf feuchtes Filtrierpapier ausgelegt, daß einer vom anderen etwa 0·8 *cm* Abstand hatte.

b) *rL*-Keimlinge enthalten Anthokyan, *A*-Keimlinge enthalten kein Anthokyan.

[1] Zwei nebeneinander gestellte, durch Beistrich getrennte oder knapp untereinander stehende Ziffern in einer dieser Rubriken bedeuten die Dickenbestimmungen in zwei aufeinander ⊥ Durchmessern der Stengel oder Hypokotyle.

Ad 7. Siehe ad 6 *b)*.

Ad 9. *a)* Als Stürze kamen vier große Bechergläser von 4·2 *l* Fassungsraum in Verwendung.

b) *A*: überall junge, 4 *mm* dicke Triebe, massenhaft Lentizellen an allen Trieben; die Kartoffeln infolge Lentizellenwucherungen gesprengt.

c) *rL*: schöne Haare, keine Lentizellen an den Trieben, keine Wucherungen an den Kartoffeln, völlig glattes, gesundes Aussehen.

d) Am Versuchsbeginn zeigte keine Kartoffel Lentizellen.

Ad 10 bis 13. Schon am 3. Juni, also nach 1 bis 2 Tagen, waren die Knollen zersprungen und die Triebe mit Intumeszenzen bedeckt.

— Versuchsschluß.

1. Ad 10. *A*: Kartoffel total zerplatzt. Eine Fasziation.
2. Ad 11. *rL*: Die 6 Sprosse (Länge 4 *cm*), die kaum gewachsen waren, an der Spitze abgestorben. Kartoffel nicht zerplatzt. Triebe ohne Lentizellen. Kartoffel schwache Lentizellen.
3. Ad 11. *A* eine prächtige Fasziation. Alle Triebe mit massenhaft Lentizellen bedeckt. Die Kartoffel völlig zerklüftet.
4. Ad 13. *rL*: Die Kartoffel trägt 2 *mm* lange Intumeszenzen (Lentizellen).
5. Ad 13. *A*: Alle Sprosse an der Spitze abgestorben. Kartoffel zerklüftet.

Ad 14. 5 *A*-Pflanzen abgestorben und glasig durchsichtig, einige geplatzt, die Wurzeln vielfach geschädigt, manche Wurzeln abgestorben.

Ad 15. *a)* Die *A*-Zugabe unterblieb am 12. und 14. III.

b) In *rL* war das Wurzelsystem stärker entwickelt als in *A*; so zählte ich bei dem größten Hypokotyl 8 Wurzeln à 13 *cm* in *rL*, 1 Hauptwurzel zu 12 *cm* in *A*.

Ad 17. *a)* Der Unterschied zwischen der oberen und unteren Schale in *rL* und *A* ist, und zwar schon während des Versuches, auffallend.

b) l., k. in Kolonne »Durchschnittsdicke« bedeutet Dicke des längsten und kürzesten Hypokotyls.

Ad 19. Die *A*-Pflanzen wurden bei diesem Versuche verglichen:

1. mit gleich alten, normal gewachsenen und
2. mit zurückgebliebenen, gleich langen, gleich alten, zuerst im Glashaus und dann im Thermostaten gehaltenen *rL*-Pflanzen.

Ad 22. Die bis 5 *cm* langen Dunkelkeimlinge waren, wie die Analyse bewies, viel zu lang für den Versuch. Offenbar sind die stofflichen Umlagerungen bei den ohnehin nicht allzu großen Samen bei der zunächst gewählten Hypokotyllänge so weit vorgeschritten, daß das *A.* kaum genügend deutlich in den Stoffwechsel einzugreifen vermag. Zur Analyse gelangten, wie die Messung zeigt, nahezu gleich lange, gleich alte und gleich starke Versuchspflanzen.

Ad 23 und 24. Bei beiden Versuchen wurde der eben erwähnte Mangel vermieden. In beiden Fällen kamen ganz kleine Pflänzchen in Verwendung. Die beiden Experimente unterscheiden sich nur dadurch, daß bei 23. gleich alte, aber verschieden lange und bei 24. gleich lange aber verschieden alte Keimlinge zur Analyse gelangten.

Beim 24. wurden nämlich am 7./II. 1912 nur die *A.*-Pflanzen in den Thermostaten gegeben, während am selben Tage die *rL*-Leinsamen erst im Warmhaus zum Keimen ausgelegt wurden. Diese kamen in den Thermostaten erst am 12./II.

Ad 25. *rL*: Triebe glatt, Kartoffel nahezu ohne Lentizellen.

Lg: Auf den Trieben und auf den Kartoffeln massenhaft Lentizellen.

Ad 26. *rL*: Triebenden tot, ausnahmsweise Lentizellen auf den Trieben. An der Kartoffel fast keine.

Lg: Triebe massenhaft Lentizellen. Kartoffel zerklüftet. Periderm abgehoben.

Tabelle Nr. II. Versuchsprotokolle. I.

Versuchs-Nr.	Material	Zeit	Durchschnitts-Temperatur	Acetylen-Menge	Acetylen-Gaben	Längen der Keimlinge: am Versuchsbeginn	Längen der Keimlinge: am Versuchsschluß, und zwar: der größten: in rL: St	der größten: in rL: Bl	der größten: in A: St	der größten: in A: Bl	der kleinsten: in rL: St	der kleinsten: in rL: Bl	der kleinsten: in A: St	der kleinsten: in A: Bl	Durchschnittslänge: rL: St	Durchschnittslänge: rL: Bl	Durchschnittslänge: A: St	Durchschnittslänge: A: Bl	Durchschnittsdicke: rL:	Durchschnittsdicke: A:
I. Versuche mit Acetylen. a) mit stärkehaltigen Objekten																				
1	Erbsen Du	6. bis 18. XI 1910	*rL*-Pflanzen 22° 1 Pflanzen 24°		2	1 bis 2 *cm*												1·5		
2	Erbsen Du	1. bis 4. II., bzw. bis 7. II. 1911	24°	*x cm*³ auf 3 l 0·08 %	3	1 bis 2 *mm* und 2 bis 3 *mm* lange Wurzeln	4 bis 5 St. d.	0·7 1. Schale	2 bis 3 2. Schale	0·5 2. Schale	4		0·5							
3	Lupinen Du	4. bis 7. II. 1911	24°		3	2 bis 3 *cm*	0·6	0·8	1·6	1·7	0·6	0·6	0·7	1·4	3·0	0·2	1·4	0·6	0·2	0·2	0·15	0·1	0·45	0·1
4	Erbsen *Pisum sativum* Du	6. bis 9. X 10.		12 XI je 30 *cm*³ vom 14. XI 60 *m* l 0·13 % 23 *x* 0·06 %	6 30 *m*³ auf 10 *cm*³	2 bis 3 *cm*	obere Schale: St. 0·8 Bl. 0·8 Wurz. 14·0 l. Sw. 2·8 *cm*		obere Schale: St. 11·2 Bl. 0·7 Wurz. 1·4 l. Sw. 2·0 *cm*		obere Schale: St. 5·4 Bl. 0·7 Wurz. 0·7 l. Sw. 2 *cm*		obere Schale: St. 5·4 Bl. 0·7 Wurz. 12 l. Sw. 2·2 *cm*		St. 1·82 Bl. 0·7 Wurz. 0·9 l. Sw. 2·2		St. 0·8 Bl. 0·7 Wurz. 11 l. Sw. 1·1		2·8, 4·0	4·1, 4·0	3·0 1·0
							untere Schale: St. 11·7 Bl. 0·7 Wurz. 12·2 l. Sw. 2·8		untere Schale: St. 15·4 Bl. 0·7 Wurz. 14 l. Sw. 2·7		untere Schale: St. 4·6 Bl. 0·8 Wurz. 12·0 l. Sw. 1·1		untere Schale: St. 1·9 Bl. 0·7 Wurz. 7·4 l. Sw. 3·0								
5	Erbsen Du.	14. bis 17. II. 1911	28°	5 *cm*	3	1 bis 2 *cm*	untere Schale: 1·7	0·3	0·6	0·7	untere Schale: 0·4	0·2			untere Schale: 1·1	0·45	2·0	0·2	1·1	0·15	0·15	0·1	0·15	0·1
							obere Schale: 3								obere Schale: 3·4	0·13								

Tabelle Nr. II. Versuchsprotokolle. II.

Nr.	Versuchs-Materie	Zeit	Durchschnittstemperatur	Aktivierungs-Menge	Aktivierungs-Gaben	Längen der Keimlinge im Versuchsbeginn	Längen der Keimlinge am Versuchsschluß, und zwar der größten in rL St.	Bl.	der größten in A St.	Bl.	der kleinsten in rL St.	Bl.	der kleinsten in A St.	Bl.	Durchschnittslänge rL St.	Bl.	Durchschnittslänge A St.	Bl.	Durchschnittsdicke rL o	m	u	Durchschnittsdicke A o	m	u
6	[illegible] Du.	25. II. bis 1. III. 1911	des ungeheizten Thermostaten 19°	10 m auf 13 l = 0·076 %	3	1 [illegible] 2 mm Die Keimlinge treiben eben aus	2		1		2·2		0·8		2·7		0·9		schlank			typisch verdickt		
7	[illegible]	[illegible] III. 1911		[illegible]	3	1 mm [illegible] langer Wurzeln	untere Schale 3·8 / obere Schale 2·[illegible]	0·7 / 0·6	0·5	0·[illegible]	untere Schale 3·4 / obere Schale 2·[illegible]	0·7 / 0·6	0·15		untere Schale 3·6 / obere Schale 2·5	0·7 / 0·6	0·2[illegible]	0·3	0·1	0·1	0·11	0·2[illegible]	0·[illegible]	0
8	Wicken [illegible] Du.	30. III. bis [illegible] IV. 1911	2[illegible]°	[illegible]	3	[illegible]	obere Schale 1·4 / untere Schale 9·7	0·6 / 0·6	obere Schale 3·2 / untere Schale 3·8	0·4	obere Schale 7 / untere Schale 8	[illegible] / 0·5	obere Schale 2·1 / untere Schale 2	0·5	obere Schale 9·2 / untere Schale 8·8	0·7 / 0·[illegible]	obere Schale 2·8 / untere Schale 2·6	0·13	obere Schale 0·1 / untere Schale 0·1	0·1 / 0·1	0·1 / 0·1	0·2 / [illegible]	[illegible]	[illegible]
9	[illegible]	[illegible] 2[illegible] II. 1911	[illegible] dann [illegible]	10 m [illegible]	7	Länge der Triebe: rL lang. kurz. / I. Gefäß [illegible] 12 [illegible] / [illegible] 11 [illegible] / Wurzeln: [illegible] 2 m	Tr. / I. Gefäß [illegible] / II. Gefäß [illegible] 5 / [illegible]	Bl.	Tr. / I. Gefäß 13·7 / II. Gefäß 13·7	Bl.	Tr. / I. Gefäß [illegible] / II. Gefäß [illegible]	Bl.	Tr. / I. Gefäß 2·7 / II. Gefäß 2·5	Bl.	Tr. / I. Gefäß 13·15 / II. Gefäß 22·7	Bl.	I. Gefäß 8 / II. Gefäß [illegible]		0·8, 0·8, 0·7, 0·7	0·8, 0·7, 0·7	0·8, 0·7, 0·7	[illegible]	[illegible]	

Tabelle Nr. II Versuchsprotokolle. III.

Versuchs-Nr.	Material	Zeit	Durchschnittstemperatur	Verteilen: Menge	Verteilen: Gaben	Bemerkungen zum Versuchsbeginn	Längen der Triebe am Versuchsschluß, und zwar: der größten in rL Tr	der größten in rL Bl	der größten in A Tr	der größten in A Bl	der kleinsten in rL Tr	der kleinsten in rL Bl	der kleinsten in A Tr	der kleinsten in A Bl	Durchschnittslänge rL Tr	Durchschnittslänge rL Bl	Durchschnittslänge A Tr	Durchschnittslänge A Bl	Durchschnittsdicke rL	Durchschnittsdicke A
10	Kartoffeln mit Trieben	1. bis 13. V. 1911	hohe Zimmertemperatur	5 m² mit 4 m³ Wasser 0·43 %	10	4 Triebe und 2 cm, nur 1 Knolle wurde eine Knolle mit etwa 11, 7, 5 cm und 4 m langen Trieben gegeben	6 — Ausfall 11, 6 cm	5·8	11·0	8·7	5	3·2	4·0	4	7	5	8	0·5	0·5	0·4	0·3	0·4	0·4
	Kartoffeln mit Trieben	1. bis 13. VI. 1911			0	Triebe und 4 cm	28·2 — 27·7	0·7	3·5		1 Stück 4 cm		3·1		1·2	0·54	3·0		0·4	1·3	0·3	0·7	0·3	0·1
12	Kartoffeln mit Trieben	7. bis 13. VI. 1911			10	Triebe und 4 cm mit 1 cm kräftigen 4 bis 5 cm langen Tr			5·0 — 4		2·7		1·7 — 1		1·6		2·0		0·3	0·1	0·35	0·2 — 0·1	0·3	0·3
13	Kartoffeln mit Trieben	2. bis 13. VI. 1911			1	Triebe und 2 cm			3·0		1·0 — 4·7		1 — lange Seitensprosse		1·5		1·0		0·4	1·2	0·2	0·1	0·1	0·1

2 Mal wurde [illegible]

Versuchs-Nr.	Material	Zeit	Durchschnittstemperatur	Verteilen: Menge	Verteilen: Gaben	Bemerkungen zum Versuchsbeginn	Hyp.	Kot	Hyp.	Kot	Hyp.	Kot	Hyp.	Kot	Hyp.	Kot	Hyp.	Kot						
								Stiel 4 / Lam. 1·2								Stiel 1 Lam.								
		14. bis 30. X. 1911		64 cm auf 13·20	1× zweimal	dyp[illegible] und [illegible]	0·2	Blst 1·4 / Wurzel 8·4	8·2	Wurzel 3·5	7·7		1·5 bis 2·7		7·1	Blst 1·1	4·0	1 ha, [illegible]	2·6, 2·5		4, 3			

[illegible]

Tabelle Nr. II. Versuchsprotokolle. IV.

Versuch: N	Material	Zeit	Durchschnittstemperatur	Vorylen: Menge	Vorylen: Gaben	Im Versuchsbeginn	Längen der Triebe am Versuchsschluß und zwar der größten in rL: Hyp.	Kot	in Λ: Hyp	Kot	der kleinsten in rL: Hyp	Kot	in Λ: Hyp	Kot	Durchschnittslänge rL: Hyp	Kot	Λ: Hyp	Kot	Durchschnittsdicke rL			Λ		
							3. Mit fetthaltigen Samen																	
15	Kürbis [illegible]	11 bis 15. III. 1911	24°	10 cm auf 13 l [illegible]	2	[illegible] cm lange Hypokotyle; 3 bis 5 cm lange Wurzeln	1[illegible]·2	3·2	2·6	3·2	18·5	3	1·8	3·4	18·8	3	[illegible]	[illegible]	0·7, 0·5	0·7, [illegible]	[illegible]	[illegible] 0·86, 0·73	[illegible]	[illegible]
16	Kürbis [illegible]	8 bis 12. IV. 1911	21°	[illegible]	[illegible]	[illegible] cm lange Hypokotyle [illegible]	7·2	2·[illegible]	4·2	3	[illegible]	2	1·[illegible]	2·2	6·31	2·5	2·76	2·46	0·42	0·42	0·42	[illegible]	[illegible]	[illegible]
17	Kürbis [illegible]	28. IV. bis 8. V. 1911	19°	[illegible]	[illegible]	[illegible] cm lange Hypokotyle 3 bis 5 cm lange Wurzeln	obere Schale: 13·2	2·9	3·2	3·2	12·1	[illegible]	[illegible]	[illegible]	obere Schale: [illegible]	2·75	5·7	[illegible]	obere Schale: 0·42, 0·4	0·6, 0·4	0·7, [illegible]	1·4, 0·9	1·1	
							untere Schale: [illegible]	2·6	7·2	[illegible]	[illegible]	3	4·2	2·6	untere Schale: 7	2·8	2·8	[illegible]	untere Schale: 0·5, 0·4	0·6, 0·4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
																			k. 0·5, 0·5	0·6, [illegible]	[illegible]	0·9, 0·7		
	[illegible]	[illegible]	21°	2 cm [illegible]	[illegible]	Hypokotyle [illegible]	17·[illegible]	2·8	7·5	[illegible]	[illegible]	2·[illegible]	3·6	2·4	17·5	2·8	5·[illegible]	[illegible]	0·5, 0·4	0·[illegible], 0·4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	[illegible]	[illegible]		38·1 cm auf 13 l [illegible] 0·29	[illegible]	[illegible] cm lange Hypokotyle [illegible] cm lange Wurzeln	1 normal gewachs. Exempl. [illegible] 2 zurückgebliebene Exempl. [illegible]	2·8 [illegible]	7·1	3·2	1 normal gewachs. Exempl. 8·3 2 zurückgebliebene Exempl. [illegible]	[illegible]	3·8	3	1 normal gewachs. Exempl. 11·3 2 zurückgebliebene Exempl. 4·3	2·5 2·6	[illegible]	[illegible]	1 normal gew. Exempl. 7·4 2 zurückgebl. Exempl. [illegible]	7·[illegible] 4·7 3·5	7·[illegible]	[illegible]	[illegible]	

[illegible] Starw. [illegible] XX Bd. Abt. I

Tabelle Nr. II. Versuchsprotokolle. V.

Versuchs						Länge der Keimlinge, [illegible]								Durchschnittslänge							
						an Versuchsgefäß und [illegible]															
						[illegible]				[illegible]											
						Hyp	Kot	Hyp	Kot	Hyp	Kot	Hyp	Kot	Hyp	Kot	Hyp	Kot	o.			
[illegible]	[illegible]	30. VI. bis 3. VII. 1911	21	[illegible]	[illegible]																
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]																
[illegible]	[illegible] Du.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			
[illegible]	[illegible] Du.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	o. S. 0·5	[illegible]	[illegible]	o. S. 2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			
[illegible]	[illegible] Du.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0·06	[illegible]		
						II. Versuche mit Leuchtgas:															
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				
[illegible]	[illegible] Du.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] den Triebe 11·5	[illegible] 2	[illegible]	[illegible]	vertikaler [illegible] Teil der horizontal nutieren [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	horizontalen		

5 WHSE 00653